

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

С.Л. Корякин-Черняк

справочник ДОМАШНЕГО ЭЛЕКТРИКА

Освещение в доме:
светильники, галоген-
ные и обыкновенные
лампы накаливания,
люминесцентные
лампы, продление
их срока службы.

Радилюбительские
схемы для эффектив-
ного использования
освещения.

Полезные устройства
«Умного Дома».



Ликбез по основам
электротехники.
Расчеты при выборе
проводов, шнуров,
кабелей.

Электросчетчики, учет
и экономия электро-
энергии.
Современные авто-
маты защиты от КЗ
и поражения током.

Передача электро-
энергии и ввод в дом.
Схемы домашней
электросети.

Монтажные работы.
Приборы для диагности-
ки и поиска скрытой
проводки, подземных
кабелей.

Издание 4-е

Домашний мастер

НИИТ
Издательство

С.Л. Корякин-Черняк

справочник домашнего электрика

Издание 4-е

scan: The Stainless Steel Cat



Наука и Техника, Санкт-Петербург
2006

Корякин-Черняк С.Л.

Справочник домашнего электрика. — 4-е изд. — СПб.: Наука и Техника, 2006. — 400 с.: ил.

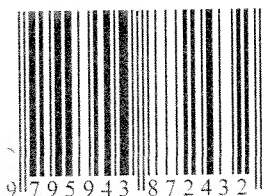
ISBN 5-94387-243-4

Серия «Домашний мастер»

Справочник обобщает необходимые домашнему электрику сведения по основам электротехники, элементам домашней электросети и Умного Дома, электробезопасности, организации эффективного освещения, учета и экономии электроэнергии. Материал в справочнике систематизирован. Приводится много интересных примеров, полезных советов, важных предупреждений, рисунков и таблиц. Даются ссылки на наиболее интересные ресурсы Интернет, из которых можно почерпнуть более подробную информацию.

Книга предназначена для широкого круга читателей. Информация будет полезна как «продвинутым» электрикам, так и тем, кто хочет овладеть искусством домашнего мастера-электрика.

Авторские права на приведенные схемы принадлежат соответствующим разработчикам и производителям, а на радиолюбительские схемы с комментариями — авторам или издателям публикаций и ресурсов Интернет, на которые сделаны цифровые ссылки по тексту данного справочника. Рекомендую для детального ознакомления с приведенными схемами обратиться к указанным первоисточникам, где дополнительно рассматриваются вопросы монтажа и настройки полезных в быту схем.



ISBN 5-94387-243-4

Контактные телефоны издательства
(812) 567-70-25, 567-70-26
(044) 516-38-66

Официальный сайт: www.nit.com.ru

© Корякин-Черняк С.Л.

© Наука и Техника (оригинал-макет, обложка), 2006

ООО «Наука и Техника».

Лицензия №000350 от 23 декабря 1999 года.
198097, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 29.

Подписано в печать 16.11.05. Формат 70×100¹/₁₆.
Бумага газетная. Печать офсетная. Объем 25 п. л.
Тираж 5000 экз. Заказ № 435.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО «Техническая книга»
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29

Содержание

Раздел I. Что такое электроэнергия и как она подается в дом

Глава 1. Немного теоретической электротехники	13
Электрический ток	14
Сопrotивление проводников	15
Ток в электрической цепи	15
Разность потенциалов (напряжение) в электрической цепи	16
Мощность, выделяемая при прохождении тока	16
Единицы измерения основных электрических величин	16
Закон Ома — основа расчетов в цепях электропроводки	17
Переменный электрический ток	17
Трехфазный переменный электрический ток и его преимущества	18
Глава 2. Передача электроэнергии и ввод в дом	20
Путь от электростанции к потребителю	20
Сокращение потерь при передаче электроэнергии	20
Линии электропередач	22
Способы выполнения линий электропередач	22
Воздушные ЛЭП	23
Устройство воздушных ЛЭП	27
Силовые кабельные ЛЭП	27
Трансформаторные подстанции	29
Потребительские трансформаторные подстанции. Расчет нагрузки	30
Выбор типа подстанции	31
Ввод электроэнергии в здание	32
Использование однофазных и трехфазных вводов	32
Особенности современных электроприборов большой мощности	33
Ввод в здание от воздушной ЛЭП	33
Вводы в здания кабелем	35
Изготовление трубостойки	37
Электроконструкции	37
Ввод электроэнергии в многоквартирный дом	38
Современные квартирные щитки	39
Варианты присоединения квартир к стоякам	40

Раздел II. Элементы домашней электросети

Глава 3. Провода, шнуры, кабели	43
Материалы и общие характеристики	43
Сравнение проводниковых материалов	43
Различия проводниковых изделий	43
Рабочее и испытательное напряжение	44
Влияние подключаемой нагрузки	44
Изоляция проводов и кабелей	45
Схемы конструктивных элементов проводов и кабелей	45
Расчет сечения жилы	46
Диапазон стандартных сечений жил	46

Провода. Определения и обозначения	47
Определения	47
Буквенное обозначение установочных проводов	48
Монтажные провода	48
Буквенное обозначение монтажных проводов	49
Разновидности проводов	49
Основные характеристики проводов	49
Круглые установочные провода	52
Плоские установочные провода	54
Соединительные шнуры	55
Кабели	56
Определения и обозначения	56
Монтажные кабели	56
Силовые кабели	59
Контрольные кабели	59
Буквенное обозначение силовых и контрольных кабелей	59
Разновидности кабелей	60
Как выбрать нужный провод или кабель	61
Учет номинального напряжения	61
Учет материала жил	62
Учет сечения жил	62
Учет дополнительных условий	62
Расчеты при выборе проводов и кабелей	63
Пример расчета провода для питания электроплиты	64
Указания в проектах зданий марок кабелей	65
Глава 4. Электроустановочные изделия	66
Что такое электроустановочные изделия	66
Маркировка корпусов электроустановочных изделий	66
Маркировка на корпусе схемы и основных рабочих положений	67
Маркировка на корпусе степени защиты	67
Маркировка на корпусе по условиям электробезопасности	67
Маркировка на корпусе климатического исполнения	68
Глава 5. Электрические соединители	69
Штепсельные соединения	69
Назначение	69
Разновидности	69
Устройство	71
Принцип действия штепсельного соединения	71
Конструкция и особенности штепсельных розеток	74
Внешние блоки силовых розеток	74
Внешние двойные силовые розетки	78
Внешние одинарные силовые розетки	78
Внутренние двойные силовые розетки	78
Внутренние одинарные силовые розетки	79
Внутренние розетки электрические	79
Электрические штепсельные розетки	80
Условные обозначения степени защиты розеток	81
Конструкция и особенности штепсельных вилок	82
Конструкция и особенности удлинителей	83
Глава 6. Выключатели и светорегуляторы	84
Выключатели и переключатели	84
Назначение	84
Особенности установки	85
Конструкция и принцип работы	85
Выключатели с клавишным приводом	86
Выключатели с ползунковыми и поворотными конструкциями	88
Современные выключатели	93

Светорегуляторы	93
Назначение	93
Принцип действия	94
Сенсорный светорегулятор с выключателем	95
Сенсорный выключатель	95
Современные выключатели, светорегуляторы промышленного производства	96
Комбинированные электроустановочные устройства	97
Монтажные коробки	98
Назначение	98
Разновидности монтажных коробок	99
Глава 7. Умный Дом	100
Экскурсия по «Умному Дому»	101
Вход	101
Прихожая	101
Кухня	102
Столовая, гостиная	103
Спальня, коридор	104
Экономическое отступление	105
Радиорубка	105
Модуль управления, универсальный модуль	107
Радиовыключатели	108
Универсальные пульты	108
Радиотрансивер	109
Видеосендер	109
СМ11	110
Двусторонний интерфейс TW523	111
Интерфейс LynX-10	111
Радиоконтроллер СМ17 «Firecracker»	111
Контроллеры Ocelot и Leopard	112
HomeVision	114
Speak Easy	114
Раздел III. Эффективное освещение дома	
Глава 8. Что такое свет и освещение	116
Три варианта генерации света	116
Взаимодействие излучения с веществом	116
Отражение и преломление	117
Цветопередача	118
Равномерность освещения	119
Световая отдача	120
Полезные термины и определения	121
Глава 9. Как сделать освещение эффективным	123
Выбор светильника в зависимости от поставленной задачи	123
Правила подбора светильника	124
Полезные советы по организации правильного освещения	124
Поддержание постоянного уровня освещенности	126
Распространенные системы освещения	126
Прикидочный расчет освещения заданного помещения	127
Особенности освещения в различных помещениях	130
Оптимальное искусственное освещение	131
Компьютерные рабочие места	131
Глава 10. Светильники	132
Основные типы светильников	132
Определение	132
Появление светильника	132
Понятие светильника	133

Назначение светильников	133
Измерение условного защитного угла	134
Полезные определения	134
Классификация светильников	136
Оценка светораспределения светильника	137
Классификация и маркировка светильников	138
Действующие системы стандартов	138
Категории светильников для помещений с ПК	140
Знаки сертификации	141
Маркировка светильников	141
Степени защиты от проникновения твердых тел, пыли, влаги	145
Методы испытаний степени защиты	146
Классы защиты светильников	149
Маркировка светильника по энергопотреблению	150
Ремонт светильников с лампами накаливания	151
Устройство светильников с лампами накаливания	151
Установка светильников	153
Монтаж и подключение люстр	154
Неисправности светильников с лампами накаливания	155
Присоединение шнура к патрону	156
Безопасность использования светильников	156
Замена или восстановление перегоревшей лампы	157
Светильники с люминесцентными лампами	157
Устройство и работа светильника с люминесцентными лампами	157
Этапы работы светильника с люминесцентными лампами	158
Настенный светильник с U-образной люминесцентной лампой	159
Светильник для равномерного или общего локализованного освещения	161
Потолочный светильник с фасонной кольцеобразной лампой	162
Накладные патроны	164
Ремонт светильников с люминесцентными лампами	165
Светильники с галогенными лампами	168
Низковольтные галогенные осветительные системы	168
Подключение галогенных светильников	171
Критерии выбора светильника	172
Светильники для гостиной	174
Светильники для кабинета	174
Светильники для спальни	175
Светильники для кухни	175
Глава 11. Ламповые патроны	176
Определение и назначение	176
Устройство патрона	176
Разновидности патронов	176
Конструктивное исполнение патронов	178
Присоединение к электросети	178
Применение патронов	178
Патроны для современных ламп	178
Глава 12. Лампы накаливания	180
Знакомство с лампами накаливания	180
Определения	180
Достоинства и недостатки ламп накаливания	180
Принцип действия	181
Устройство и работа ламп накаливания	181
Обозначения ламп накаливания	181
Примеры исполнения стандартных ламп накаливания	182
Зеркальные и декоративные лампы	182
Разновидности ламп накаливания по заполнению баллона	183
Как отличить качественные лампы	183
Особенности галогенных ламп накаливания	184
Учет диапазона напряжений приобретаемой лампы	184
Сопротивление нити накала лампы	186

Патроны для электрических ламп накаливания.....	186
Переходник для ламп накаливания.....	186
Ведущие производители ламп накаливания.....	187
Отечественные производители и их продукция.....	187
Лампы фирмы GENERAL ELECTRIC LIGHTING.....	188
Лампы фирмы OSRAM.....	188
Лампы фирмы PAULMANN.....	189
Лампы, производимые фирмой PHILIPS.....	189
Продление срока службы ламп накаливания.....	191
Физические основы старения ламп накаливания.....	191
Процесс старения и срок службы лампы.....	191
Причины быстрого перегорания ламп накаливания.....	192
Учет номинального напряжения.....	192
Влияние вибрации на срок службы ламп.....	192
Профилактика патрона, в котором часто перегорают лампы.....	192
Устройства защиты промышленного производства.....	193
Глава 13. Галогенные лампы накаливания.....	197
Устройство и принцип действия.....	197
Особенности галогенных ламп.....	197
Вольфрамо-галогенный цикл.....	197
Галогенные лампы накаливания нового поколения.....	198
Применение галогенных ламп.....	199
Система обозначений.....	199
Конструктивные особенности.....	200
Устройство и принцип действия.....	201
Галогенные лампы сетевого напряжения.....	202
Галогенные лампы сетевого напряжения общего назначения.....	202
Низковольтные галогенные лампы.....	206
Низковольтные галогенные лампы общего назначения.....	207
Низковольтные галогенные лампы направленного света.....	208
Специальные низковольтные галогенные лампы.....	209
Глава 14. Люминесцентные лампы.....	210
Знакомство с люминесцентным освещением.....	210
Основные физические понятия.....	210
Определение.....	210
Устройство реальной люминесцентной лампы.....	210
Достоинства люминесцентных ламп.....	211
Недостатки люминесцентных ламп.....	211
Принцип действия.....	212
Зависимость параметров ламп от напряжения сети.....	213
Зависимость параметров ЛЛ от окружающей температуры.....	213
Изменение характеристик ЛЛ в процессе свечения.....	214
Температурные характеристики люминесцентных ламп.....	214
Особенности конструкции.....	215
Способы нагрева электродов.....	215
Разновидности и характеристики.....	215
Классификация люминесцентных ламп.....	215
Маркировка отечественных люминесцентных ламп.....	216
Разновидности спектрального состава люминесцентных ламп.....	216
Характеристики обычных люминесцентных ламп.....	218
Энергоэкономичные люминесцентные лампы (ЭЛЛ).....	219
Компактные люминесцентные лампы.....	220
Конструктивные группы КЛЛ.....	220
Безэлектродные компактные люминесцентные лампы.....	222
Побочные явления в ЛЛ и борьба с ними.....	223
Стробоскопический эффект в люминесцентных лампах.....	223
Помехи, создаваемые люминесцентными светильниками.....	224
Пускорегулирующая аппаратура.....	225
Назначение ПРА.....	225
Преимущества современных ПРА.....	225

Определение и принцип действия классического ПРА	225
Пускорегулирующие аппараты со стартерным зажиганием для ламп ЛЛНД	226
Расшифровка обозначений типов ПРА	228
Классификация схем	229
Стартеры для люминесцентных ламп	230
Назначение и типы	230
Принцип действия стартера	231
Тепловые (термобиметаллические) стартеры	232
Полупроводниковые стартеры	232
Двухламповая схема включения	233
Глава 15. Газоразрядные лампы	234
Особенности газоразрядных ламп	234
Современные газоразрядные лампы	235
Металлогалогенные лампы OSRAM (Германия)	235
Определение и особенности	235
Натриевые ксеноновые лампы	238
Натриевые лампы высокого давления	239
Натриевые лампы низкого давления	239
Ртутные лампы	240
Лампы смешанного света	240
Пускорегулирующие автоматы	241
Рекомендации по правильному использованию	243
Особенности эксплуатации газоразрядных ламп	243
Питающее напряжение	243
Безопасность эксплуатации	243
Эксплуатация ламп	244
Конструкция светильников	244
Устройства, обеспечивающие работу ламп	245
Предохранители	246
Компенсация	246
Работа на пониженной мощности	246
Включение	246
Повторное зажигание	247
Радиопомехи	247
Световой поток	248
Различия в цветопередаче	248
Истечение срока службы	248
Патроны ламп	248
Схемы подключения газоразрядных лам OSRAM	248
Глава 16. Полезные радиолюбительские схемы в освещении	250
Раздел IV. Учет и экономия электроэнергии	
Глава 17. Индукционные электросчетчики	252
Назначение	252
Классификация и обозначения	252
О точности счетчиков	253
Особенности установки счетчиков	253
Щиток счетчика	253
Схемы включения счетчиков	254
Каким образом должен быть включен счетчик	254
Технические характеристики индукционных счетчиков	257
Отличительные особенности счетчиков	257
Устройство и принцип действия однофазного индукционного счетчика	258
Определение расхода по данным счетчиков различных видов	258
Что можно определить по счетчику, кроме расхода электроэнергии	260
Условия надежной работы счетчиков и их ремонт	260

Глава 18. Микропроцессорные многотарифные счетчики	263
Учет электроэнергии в современных условиях	263
Особенности отечественной системы учета	263
Электросчетчики и тарифы	264
Двухтарифная система учета потребляемой электроэнергии	265
Трехзонные тарифы для промышленных потребителей	266
Учет электроэнергии микропроцессорными счетчиками	267
Отечественные производители электронных счетчиков	269
Многотарифные счетчики Украины и Белоруси	270
Многотарифные счетчики зарубежного производства	271
Системы учета энергоресурсов	272
Каналы связи	273
Автоматизированная система контроля и учета	274
Для чего нужен автоматизированный учет и контроль электроэнергии	274
Цель, актуальность и новизна проекта	274
Назначение и основные характеристики системы	275
Состав комплекса технических средств	276
Функционирование системы сбора данных потребления	276
Функционирование системы учета, контроля и проведения платежей	278
Глава 19. Серийные отечественные счетчики	279
Счетчики АЛЬФА	279
История создания счетчика АЛЬФА	279
Основные технические характеристики счетчиков АЛЬФА	280
Функциональные возможности счетчиков АЛЬФА	280
Краткие сведения о счетчиках АЛЬФА	280
Функционирование счетчиков АЛЬФА	282
Коммерческий учет и контроль качества электроэнергии	285
Параметры электроэнергии	285
Программное обеспечение для счетчика АЛЬФА Плюс	286
Модуль ПОРОГИ	286
Счетчик АЛЬФА Плюс и АСКУЭ (АСУ ТП)	287
Счетчики Рязанского приборного завода	287

Раздел V. Электробезопасность в доме

Глава 20. Что такое электробезопасность	294
Почему важна электрическая защита	294
Воздействие электрического тока на человека	295
Принцип действия защитного отключения	296
Защита от последствий короткого замыкания	297
Количество теплоты и температура	298
Температуры различных частей одной и той же цепи	299
Классификация приборов по способу защиты от поражения током	299
Необходимые термины	300
Глава 21. Плавкие предохранители	302
Назначение и принцип действия	302
Определение и назначение	302
Режимы работы предохранителя	302
Общее устройство и конструкция	303
Принцип действия	303
Достоинства плавких предохранителей	304
Недостатки плавких предохранителей	304
Разновидности и устройство предохранителей	305
Предохранитель с задним присоединением проводов	305
Предохранитель в виде гриба	305
Предохранитель с контактными винтами	305
Предохранители с контрольными гильзами	306
Разновидности ввинчиваемых пробок	307

Расчеты при выборе предохранителей	309
Прикидочный расчет номинала необходимой плавкой вставки	309
Выбор плавких вставок для защиты асинхронных электродвигателей	309
Глава 22. Автоматические выключатели	310
Назначение	310
Преимущества автоматов перед плавкими предохранителями	310
Основные требования к автоматическим выключателям	311
Виды применяемых расцепителей	311
Сокращенные обозначения расцепителей	312
Основные типы применяемых автоматических выключателей	312
Выбор типа автоматического выключателя	312
Расчет характеристик автоматического выключателя	313
Области применения автоматов различных типов	314
Принцип действия автоматического выключателя серии ПАР	317
Глава 23. Современные устройства защиты от превышения и «скачков» напряжения	319
Автоматические выключатели серии ASP	319
Автоматические выключатели серии BA	330
Особенности серии	330
Конструкция выключателей	332
Устройство и принцип действия	332
Порядок установки	333
Глава 24. Устройства защиты от поражения током	334
Назначение, устройство и работа УЗО	334
История развития устройств защитного отключения	334
О терминологии защитного отключения	336
Принцип действия УЗО	337
Режимы работы УЗО	338
Схемы включения УЗО	339
Классификация УЗО по условиям функционирования	340
Классификация УЗО по способу технической реализации	341
Работа УЗО на базе автоматического выключателя	342
УЗО со встроенной защитой от сверхтока	343
Маркировка на корпусе УЗО	344
Особенности применения УЗО при различных системах заземления	344
Практическая реализация электробезопасности	345
Классификация системы заземления	345
Практические схемы систем заземления	346
Применение УЗО в системе заземления TN	349
Подключение защитных проводников PE и уравнивание потенциалов	349
Анализ причин срабатывания УЗО и алгоритм поиска неисправностей	352
Обзор рынка зарубежных УЗО	353
Обзор отечественного рынка УЗО	354
Устройство защитного отключения УЗО01	357
Раздел VI. Электромонтажные работы, диагностика, ремонт	
Глава 25. Электромонтажные работы и обслуживание электропроводки	360
Рекомендации по проведению монтажных работ	360
Электрическая проводка	360
Выбор вида и способа прокладки электропроводки	361
Подготовительные работы	361
Разметка	362
Пробивные работы	363
Крепления электромонтажных изделий к строительным конструкциям	363
Крепление установочных изделий	364
Монтаж открытой электропроводки с применением	

крепежных изделий или изолирующих опор	366
Монтаж электропроводки плоскими проводами	369
Соединение и оконцевание проводов опрессовкой	372
Соединение проводов в ответвительной коробке, содержащей болтовой зажим	372
Соединение проводов в ответвительной коробке, не содержащей зажимов	373
Соединение медных однопроволочных жил скруткой с последующей пайкой	374
Ответвление от провода с медной однопроволочной жилой	374
Ответвление от провода с многопроволочной жилой	375
Монтаж осветительной электросети	376
Элементы электросети	376
Оформление концов жил для присоединения проводов к установочным изделиям	376
Полезные советы по эксплуатации электросети	377
Что делать, если погас свет и обесточилась квартира?	379
Устранение неисправностей скрытой проводки	379

Глава 26. Приборы для обнаружения и диагностики скрытой проводки	381
Диагностические зарубежные приборы	385
Устройства для протягивания проводов и кабелей	385

Глава 27. Металлоискатели для обнаружения подземных кабелей	386
Основные функции и особенности кабелеискателей	386
Современные отечественные кабелеискатели	386
Кабелеискатель «Альтернатива КБИ-211»	386
Кабелеискатель «Успех КБИ-206»	388
Течетрассопоисковый комплект «Успех АТГ-209»	389
Трассоискатели СТАЛКЕР	390
Методика поиска места повреждения силового кабеля	391
Типы повреждений и первоочередные мероприятия	391
Поиск места повреждения индукционным методом	392
Поиск места повреждения акустическим методом	392
Зарубежные кабелеискатели	392
Индуктивный метод поиска подземных кабелей	392
Измерение глубины залегания кабеля	394
Кабелеискатели FM 98XX (фирма SEBA KMT, Германия)	395
Система Seba ARROW	397

Список литературы	399
--------------------------------	------------

справочник
домашнего
электрика

Раздел I

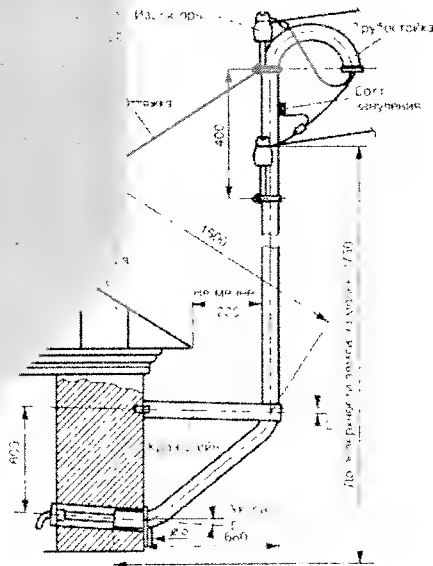
Глава 1

Немного теоретической электротехники

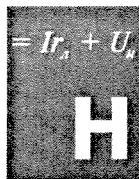
Глава 2

Передача электроэнергии и ввод в дом

Что такое электроэнергия и как она подается в дом



$$U_i = Ir_i + Ir_n = Ir_n + U_n$$



немного теоретической электротехники

Электрический ток

Электрическим током (он обычно обозначается буквой I) в случае электропроводки называется направленное движение электронов в проводах электропроводки и внутри включенных электроприборов. Напомним, что все окружающие нас вещества состоят из атомов, в которых отрицательно заряженные электроны вращаются вокруг положительно заряженных ядер. В электротехнике находят применение вещества, обладающие различной концентрацией электронов, и, соответственно, различной **электропроводностью**. В **металлах** электропроводность велика, а в **изоляторах** — мала. В качестве проводников тока в электропроводах наиболее широко используют алюминий и медь, а в некоторых случаях — их сплав. Изоляция элементов электрических цепей изготавливается из различных изоляционных материалов.

Для протекания тока в металле необходимо перемещение в нем большого количества **электронов** в нужном направлении. Такое перемещение называется **дрейфом**. Следовательно, электрический ток в металлах создается дрейфом электронов. Скорость дрейфа относительно мала, обычно она не превышает 1 мм в секунду. Тем не менее, скорость распространения электрической энергии велика: в воздушных линиях электропередач она практически равна скорости света. При замыкании электрической цепи ток в ней устанавливается практически почти мгновенно.

В написанном выше нет противоречия — **электрическое поле**, создаваемое источником электроэнергии и заставляющее дрейфовать электроны в проводах электрической цепи, распространяется вдоль них со скоростью света, а сами электроны под действием поля перемещаются относительно медленно. Эта ситуация аналогична той, которую мы имеем при открывании водопроводного крана: из него сразу под напором начинает течь вода, хотя отдельные молекулы воды, посылаемые в трубы водопроводной сети водонапорной станцией, движутся в трубах довольно медленно и только через сравнительно большой промежуток времени дойдут до крана.

Сопротивление проводников

Поступательное движение электронов, дрейфующих по металлическому проводнику, тормозится вследствие столкновения их с нонами атомов проводника. Частота столкновений зависит от структуры материала и его температуры. Возникающее при этом противодействие проводника направленному движению электронов (электрическому току), называется **электрическим сопротивлением** проводника и обозначается буквой R (или r).

Сопротивление проводника зависит от удельного сопротивления материала, из которого он изготовлен.

Удельным сопротивлением называется сопротивление проводника длиной 1 м и поперечным сечением 1 мм². с увеличением температуры удельное сопротивление металлов возрастает. Величина сопротивления проводника при заданном его удельном сопротивлении и температуре тем больше, чем больше его длина и тем меньше, чем больше его поперечное сечение.

Из металлов, используемых для проводов электропроводки, медь имеет наименьшее значение удельного сопротивления, но, из-за ее дефицитности, в этих целях более широко используется алюминий. Кроме того, благодаря малой, в сравнении с медью, плотности алюминия, сопротивление его, приходящееся на единицу массы, оказывается даже меньше, чем у нее. Правда, существенным недостатком по сравнению с медью, есть невысокая механическая прочность алюминия.

Ток в электрической цепи

Условия существования электрического тока в электрической цепи напоминают те, которые необходимо иметь для того, чтобы обеспечить непрерывное, самостоятельное протекание воды через изолированный отрезок трубы. Ясно, что тот край трубы, через который вода вливается в нее, должен находиться на несколько большей высоте, чем край, из которого она выливается. Но этого мало — необходимо еще обеспечить, чтобы какое-то специальное устройство собирало выливающуюся снизу воду, поднимало ее вверх и снова влиvalo в трубу. Чем больше воды в единицу времени будет поднимать это устройство наверх и чем большей будет разность высот между двумя концами трубы, тем больший водяной поток будет протекать по ней. Естественно, для подъема воды необходимо затрачивать определенную работу.



Пример.

Функцию электродвижущей силы могут выполнять, например, мощные электромашинные генераторы (преобразующие механическую энергию в электрическую); гальванические элементы и аккумуляторы (преобразующие химические процессы в электрическую энергию); термоэлементы и фотоэлементы (преобразующие в электрическую, соответственно, тепловую и световую энергию) и т.д.

Аналогично, для возникновения электрического тока должна быть создана **электрическая цепь**, состоящая из **источника электрической энергии** (электро-движущей силы), выполняющего функции переносчика электронов, **провода**, **подводящего электроны** к подключенному исправному потребителю электр-оэнергии, и **провода**, **отводящего** их назад к источнику.

Сама электрическая энергия обладает замечательным свойством — эффек-тивно выполняет передающие функции, снова преобразуясь в различных электр-опотребителях в другие виды энергии: в электродвигателях — в механическую; в осветительных устройствах — в лучистую; в электропечах — в тепловую и т.д.

Непосредственно наблюдать электрический ток человек не может и о его наличии судит по связанным с протеканием тока явлениям.

Разность потенциалов (напряжение) в электрической цепи

Возвращаясь к аналогии с рассматривавшейся трубой, заметим, что для возникновения потока воды необходимо было обязательно расположить ее входное отверстие выше выходного. При этом отмечалось, что при большем перепаде, большим окажется и поток.

Аналогией указанной разности высот концов трубы в электрической цепи может служить понятие **разности потенциалов** (или **напряжения**) между любыми участками ее. Это значит, что для существования электрического тока в подключаемом электроприборе необходимо наличие между входным и выходным контактами прибора разности потенциалов. Обеспечивается разность потенциалов наличием в цепи электродвижущей силы.

Мощность, выделяемая при прохождении тока

Для оценки **энергетических возможностей** выполнения работы в электри-ческой цепи используется формула:

$$P = UI = I^2 R = U^2 / R,$$

где P — мощность, выделяемая при прохождении электрического тока (I) через сопротивление (R), между концами которого существует разность потенциалов (U).

Практически используется то или другое из представленных выражений для мощности в зависимости от условий расчетов.

Единицы измерения основных электрических величин

Ампер. Основной электрической **единицей тока** в Международной системе единиц (СИ), является ампер (А). Определение эталонного значения величины ампера установлено на основании измерения силы электродина-мического взаимодействия двух проводников с током.



Пример. Приведем несколько примеров действия тока, дающих представление о том, что такое ампер. Рабочий ток наиболее распространенных ламп накаливания 0,1...1 А, а бытовой люминесцентной лампы — 0,15 А. Электрическая плитка потребляет ток примерно 1,5...5 А. Ток электродвигателей средней мощности равен 5...25 А, а в электрометаллургических установках он достигает 50 кА и более. Организм человека начинает ощущать проходящий через него ток, когда тот достигает примерно 5 мА, но если проходящий ток возрастает ориентировочно до 50 мА, он уже становится опасным для жизни (заметим, что именно величина тока, проходящего через человека, определяет степень опасности его поражения током).

Ом. Единицей электрического сопротивления является ом (Ом).

Вольт. Единицей измерения напряжения (разности потенциалов) между двумя точками электрической цепи является вольт (В).



Пример.

Напряжение в домашней электросети 220 В, а лампочка карманного фонарика горит при напряжении питания 1,5...3 В.

Ватт. Единицей измерения мощности, выделяемой при прохождении тока в электрической цепи, служит ватт (Вт). Для измерения больших мощностей применяют кратные единицы: киловатт (1 кВт = 1000 Вт) и мегаватт (1 МВт = 1 000 000 Вт = $1 \cdot 10^6$ Вт).

Прибор, измеряющий мощность, называется **ваттметр**. Он имеет две измерительные цепи (две катушки), одна из которых (катушка тока) включается как амперметр последовательно с объектом измерения, а вторая (катушка напряжения) подключается к этому объекту параллельно как вольтметр.

Джоуль, киловатт-час. Так как основная единица работы и энергии в системе СИ — джоуль (Дж) сама по себе мала, то в электроэнергетических цепях практической единицей для измерения работы, совершаемой электрическим током, обычно служит более крупная единица — киловатт-час (кВт·ч). 1 кВт·ч — работа, совершаемая током при непрерывном протекании его в течение одного часа с выделением на протяжении этого времени мощности 1 кВт. Следовательно, 1 кВт·ч = 3 600 000 Дж.

Закон Ома — основа расчетов в цепях электропроводки

Хорошо известный всем **закон Ома** устанавливает связь между напряжением, сопротивлением и током в участке электрической цепи. Согласно ему: величина тока (I), протекающего через участок цепи с известным сопротивлением (R), зависит от разности потенциалов (U) между концами этого участка и численно равна отношению разности потенциалов между концами участка к величине сопротивления этого участка:

$$I = U/R.$$

В замкнутой электрической цепи **электродвижущая сила (Е)** равна сумме напряжений на отдельных участках цепи, следовательно, на основании закона Ома общее сопротивление этой цепи:

$$R = E/I.$$

Общее сопротивление складывается из внутреннего сопротивления источника электроэнергии и сопротивления внешней цепи. Обычно **внутреннее сопротивление** ($r_{вн}$) имеет относительно малую величину, а сопротивление всей внешней цепи ($r_{вн}$) относительно большое.

Таким образом, согласно закону Ома в замкнутой цепи ток равен:

$$I = \frac{E}{(r_{вн} + r_{вн})}$$

и, следовательно, $E = r_{вн} \cdot I + r_{вн} \cdot I$.

А так как напряжение на зажимах источника равно:

$$U = r_{вн} \cdot I, \text{ то}$$

$$U = E - r_{вн} \cdot I.$$

Т.е. напряжение на выходных зажимах источника электроэнергии, при протекании в замкнутой цепи тока, меньше электродвижущей силы источника электроэнергии на величину **внутреннего падения напряжения** в источнике. Произведем теперь некоторые практически важные расчеты с использованием введенных величин и закона Ома.

Переменный электрический ток

Все, о чем говорилось до сих пор, касалось в первую очередь электрических цепей, в которых на протяжении всего времени ток протекает только в одном направлении. Отметим попутно, что исторически в электротехнике за направление тока было выбрано направление противоположное тому направлению, вдоль которого движутся электроны.

Вместе с тем, в настоящее время, благодаря ряду преимуществ, наибольшее практическое применение имеет **переменный** ток. Он представляет собой периодически изменяющееся по направлению движение электронов в электрической цепи. Через определенный (постоянный) промежуток времени, называемый **периодом**, эти изменения тока повторяются. Число периодов в секунду называется **частотой**, и она измеряется в **герцах (Гц)**. У нас в стране и в большинстве стран мира стандартная частота применяемого переменного тока составляет 50 Гц. Это значит, что генерируемая генераторами переменного тока на электростанциях электродвижущая сила (и связанные с ней напряжение и ток в цепи потребителя), изменяясь по синусоидальному закону, приобретают свои максимальные (амплитудные) значения 50 раз при одном направлении тока и 50 — при другом, и 100 раз проходят через его нулевое значение.

Трехфазный переменный электрический ток и его преимущества

В настоящее время получение, передача и распределение электроэнергии в большинстве случаев производится посредством **трехфазной системы токов**. Как показывает само название, трехфазная система состоит из **трех источников** электроэнергии и **трех цепей**, соединенных общими проводами **линии передач**.

Источником энергии для всех фаз является **трехфазный генератор**, условно представленный на рис. 1.1 в виде трех обмоток, соответственно: **AX**, **BY** и **CZ**.

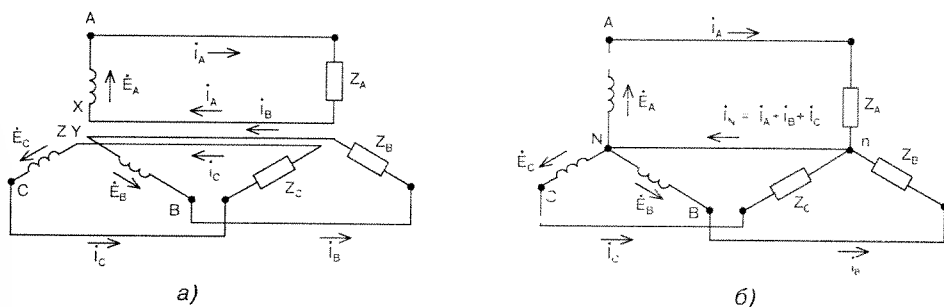


Рис. 1.1. Образование соединения фаз звездой:
а) необъединенная трехфазная система;
б) объединенная трехфазная система

Обмотки фаз генератора можно было бы соединить шестью проводами (рис. 1.1.а) с нагрузками Z_A , Z_B , Z_C и получить таким путем три независимые фазные цепи. Но, если объединить концы обмоток фаз генератора X, Y, Z с объединенными концами трех нагрузок одним проводом, то можно сэкономить два соединительных провода (рис. 1.1.б). Такой способ соединения называется **соединение звездой**. Указанный общий провод называется **нейтральным** или **нейтралью**.

Поскольку очередность подключения к фазам источника трехфазных двигателей в качестве нагрузки оказывается существенной для установления направления их вращения, то для обеспечения этой однозначности у нас в стране приняты следующие условные цветовые обозначения фаз: **А** — желтая; **В** — зеленая; **С** — красная, а **общий провод (нейтраль)** — черный.

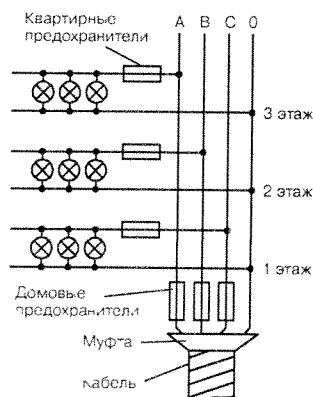


Рис. 1.2. Осветительная нагрузка при соединении приемников звездой с нейтральным проводом

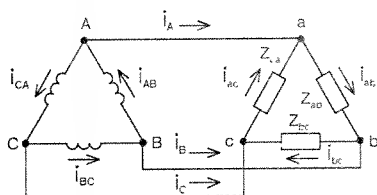
При соединении звездой, кроме равного между собой напряжения на зажимах каждой из фаз (фазного напряжения между фазой и общим проводом — U_{ϕ}), существует и напряжение между разными фазами, называемое **линейным напряжением** — U_{Δ} . Линейное напряжение в этом случае больше фазного в $\sqrt{3}$ раз.



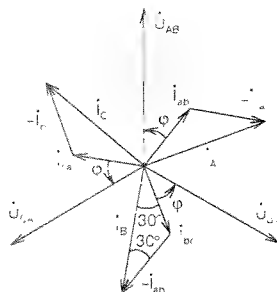
Пример. Если ток во всех фазах оказывается одинаковым (**симметричная нагрузка**, примером которой может служить трехфазный двигатель), то ток в нейтральном проводе отсутствует и этот провод не нужен. Но, так как другие подключаемые нагрузки бывают **несимметричными**, то для них нейтральный провод нужен. На рис. 1.2 приведен пример такого включения электропитания трехэтажного дома.

Несколько реже, чем соединение звездой, в трехфазных сетях применяют **соединение треугольником** (рис. 1.3). Обмотки фаз источника электродвижущей силы при этом соединяются так, что конец одной соединяется с началом следующей и т.д.

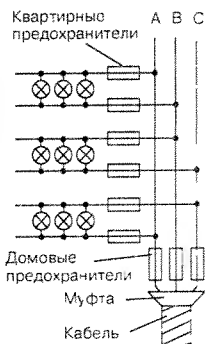
Некоторым преимуществом соединения фаз треугольником является то, что даже при несимметричной нагрузке нет необходимости использовать четвертый провод. На рис. 1.3.а показана схема осветительной сети жилого дома при соединении фаз приемников треугольником. Заметим, что подключение нагрузок в случае подведения напряжения от источника способом треугольника может быть произведено как треугольником, так и звездой.



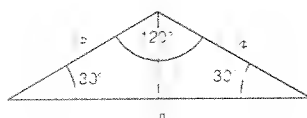
а) Соединение фаз треугольником



б) Векторная диаграмма напряжений и токов трехфазной системы, соединенной треугольником

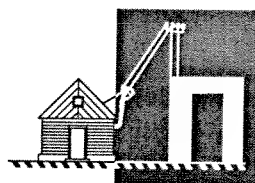


в) Осветительная сеть, соединенная треугольником



г) Векторные соотношения между фазными и линейными токами

Рис. 1.3. Соединение треугольником



Передача электроэнергии и ввод в дом

Путь от электростанции к потребителю

Сокращение потерь при передаче электроэнергии

В этой главе кратко рассмотрим систему электроснабжения, представляющую из себя группу электротехнических устройств для передачи, преобразования, распределения и потребления электрической энергии. Глава расширит кругозор тех, кто хочет научиться грамотно использовать домашнюю электросеть.

Снабжение электроэнергией осуществляется по стандартным схемам. Например, на рис. 2.1 представлена радиальная однолинейная схема электро-

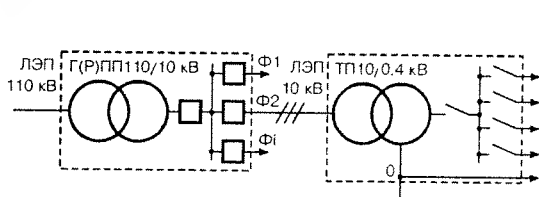


Рис. 2.1. Радиальная однолинейная схема электроснабжения

снабжения для передачи электроэнергии от понижающей подстанции электростанции до потребителя электроэнергии напряжением 380 В. От электростанции электроэнергия напряжением 110...750 кВ передается по линиям электропередач (ЛЭП) на главные или районные понижающие подстанции, на которых напряжение снижается до 6...35 кВ. От распределительных устройств это напряжение по воздушным или кабельным ЛЭП передается к трансформаторным подстанциям, расположенным в непосредственной близости от потребителей электрической энергии. На подстанции величина напряжения снижается до 380 В и по воздушным или кабельным линиям поступает непосредственно к потребителю электроэнергии в доме. При этом линии имеют четвертый (нулевой) провод 0, позволяющий получить фазное напряжение 220 В, а также обеспечивать защиту электроустановок.

Такая схема позволяет передать электроэнергию потребителю с наименьшими потерями. Поэтому на пути от электростанции к потребителям электроэнергия трансформируется с одного напряжения на другое. Упрощенный пример трансформации для небольшого участка энергосистемы показан на рис. 2.2. Зачем применяют высокое напряжение? Расчет сложен, но ответ прост. Для снижения потерь на нагрев проводов при передаче на большие расстояния.

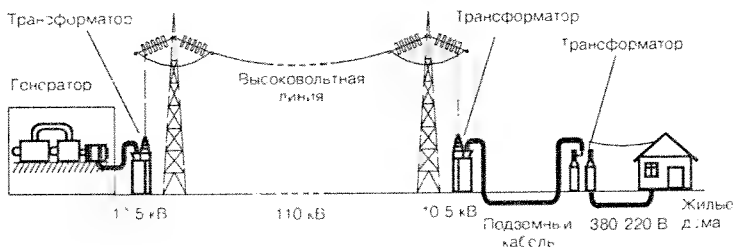


Рис. 2.2. Пример трансформации электроэнергии при передаче потребителю



Пример. Генератор вырабатывает напряжение 10 кВ. Оно повышается трансформатором, и при напряжении 110 кВ идет передача по линии на расстояние 100 км. Затем на районной подстанции трансформатором напряжение снижается до 10 кВ и по подземному кабелю поступает на трансформаторную подстанцию, находящуюся в нескольких сотнях метров от вашего дома. На этой подстанции трансформатор так понижает напряжение, чтобы запитать потребителей напряжением 220 В.

Потери зависят от величины проходящего тока и диаметра проводника, а не приложенного напряжения.



Пример. Допустим, что с электростанции в город, находящийся от нее на расстоянии 100 км, нужно передать по одной линии 30 МВт. Из-за того, что провода линии имеют электрическое сопротивление, ток их нагревает. Эта теплота рассеивается и не может быть использована. Энергия, затрачиваемая на нагревание, представляет собой потери.

Свести потери к нулю невозможно. Но ограничить их необходимо. Поэтому допустимые потери нормируют, т.е. при расчете проводов линии и выборе ее напряжения исходят из того, чтобы потери не превышали, например, 10% полезной мощности, передаваемой по линии. В нашем примере это $0,1 \cdot 30 \text{ МВт} = 3 \text{ МВт}$.



Пример. Если не применять трансформацию, т.е. передавать электроэнергию при напряжении 220 В, то для снижения потерь до заданного значения сечение проводов пришлось бы увеличить примерно до 10 м^2 . Диаметр такого «провода» превышает 3 м, а масса в пролете составляет сотни тонн.

Применяя трансформацию, т.е. повышая напряжение в линии, а затем, снижая его вблизи расположения потребителей, пользуются другим способом снижения потерь: уменьшают ток в линии. Этот способ весьма эффективен, так как потери пропорциональны квадрату силы тока. Действительно, при повышении напряжения вдвое ток снижается вдвое, а потери уменьшаются в 4 раза. Если напряжение повысить в 100 раз, то потери снизятся в 100^2 , т.е. в 10000 раз.



Пример. В качестве иллюстрации эффективности повышения напряжения укажем, что по линии электропередачи трехфазного переменного тока напряжением 500 кВ передают 1000 МВт на 1000 км.

Линии электропередач

Электрические сети предназначены для передачи и распределения электроэнергии. Они состоят из совокупности подстанций и линий различных напряжений. При электростанциях строят **повышающие трансформаторные подстанции** и по линиям электропередачи высокого напряжения передают электроэнергию на большие расстояния. В местах потребления сооружают **понижающие трансформаторные подстанции**.

Основу электрической сети составляют обычно подземные или воздушные линии электропередачи высокого напряжения. Линии, идущие от трансформаторной подстанции до вводно-распределительных устройств и от них до силовых распределительных пунктов и до групповых щитков, называют **питающей сетью**. Питающую сеть, как правило, составляют подземные кабельные линии низкого напряжения.

По принципу построения сети разделяются на **разомкнутые** и **замкнутые**. В разомкнутую сеть входят линии, идущие к электроприемникам или их группам и получающие питание с одной стороны. **Разомкнутая сеть** обладает некоторыми недостатками, заключающимися в том, что при аварии в любой точке сети питание всех потребителей за аварийным участком прекращается.

Замкнутая сеть может иметь один, два и более источников питания. Несмотря на ряд преимуществ, замкнутые сети пока не получили большого распространения. По месту прокладки сети бывают **наружные** и **внутренние**.

Способы выполнения линий электропередач

Каждому напряжению соответствуют определенные способы выполнения электропроводки. Это объясняется тем, что чем напряжение выше, тем труднее изолировать провода. Например, в квартирах, где напряжение 220 В, проводку выполняют проводами в резиновой или в пластмассовой изоляции. Эти провода просты по устройству и дешевы.

Несравненно сложнее устроен подземный кабель, рассчитанный на несколько киловольт и проложенный под землей между трансформаторами. Кроме повышенных требований к изоляции, он еще должен иметь повышенную механическую прочность и стойкость к коррозии.

Для непосредственного электроснабжения потребителей используются:

- воздушные или кабельные ЛЭП напряжением 6 (10) кВ для питания подстанций и высоковольтных потребителей;
- кабельные ЛЭП напряжением 380/220 В для питания непосредственно низковольтных электроприемников.

Для передачи на расстояние напряжения в десятки и сотни киловольт создаются **воздушные линии электропередач**. Провода высоко поднимаются над землей, в качестве изоляции используется воздух. Расстояния между проводами рассчитываются в зависимости от напряжения, которое планируют

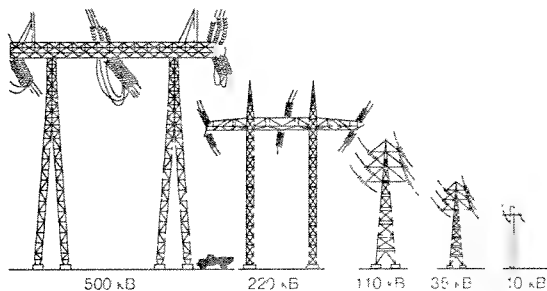


Рис. 2.3. Опоры воздушных линий разных напряжений

ется передавать. На рис. 2.3 изображены в одном масштабе опоры для воздушных линий электропередач напряжениями 500, 220, 110, 35 и 10 кВ. Заметьте, как увеличиваются размеры и усложняются конструкции с ростом рабочего напряжения!



***Пример.** Опора линии напряжением 500 кВ имеет высоту семизэтажного дома. Высота подвеса проводов 27 м, расстояние между проводами 10,5 м, длина гирлянды изоляторов более 5 м. Высота опор для переходов через реки достигает 70 м. Рассмотрим варианты выполнения ЛЭП подробнее.*

Воздушные ЛЭП

Воздушной линией электропередачи называют устройство для передачи или распределения электроэнергии по проводам, находящимся на открытом воздухе и прикрепленным при помощи траверс (кронштейнов), изоляторов и арматуры к опорам или инженерным сооружениям. В соответствии с «Правилами устройства электроустановок» по напряжению воздушные линии делятся на **две группы**: напряжением до 1000 В и напряжением свыше 1000 В. Для каждой группы линий установлены технические требования их устройства.

Воздушные ЛЭП 10 (6) кВ находят наиболее широкое применение в сельской местности и в небольших городах. Это объясняется их меньшей стоимостью по сравнению с кабельными линиями, меньшей плотностью застройки и т.д.

Для проводки воздушных линий и сетей используют различные провода и тросы. Основное требование, предъявляемое к материалу проводов воздушных линий электропередачи, — **малое электрическое сопротивление**. Кроме того, материал, применяемый для изготовления проводов, должен обладать достаточной механической прочностью, быть устойчивым к действию влаги и находящихся в воздухе химических веществ.

В настоящее время чаще всего используют **провода из алюминия и стали**, что позволяет экономить дефицитные цветные металлы (медь) и снижать стоимость проводов. Медные провода применяют на специальных линиях. Алюминий обладает малой механической прочностью, что приводит к увеличению стрелы провеса и, соответственно, к увеличению высоты опор или

уменьшению длины пролета. При передаче небольших мощностей электроэнергии на короткие расстояния применение находят **стальные провода**.

Для изоляции проводов и крепления их к опорам линий электропередач служат **линейные изоляторы**, которые наряду с электрической должны также обладать и достаточной механической прочностью. В зависимости от способа крепления на опоре различают изоляторы штыревые (их крепят на крюках или штырях) и подвесные (их собирают в гирлянду и крепят к опоре специальной арматурой).

Штыревые изоляторы применяют на линиях электропередач напряжением до 35 кВ. Маркируют их буквами, обозначающими конструкцию и назначение изолятора, и числами, указывающими рабочее напряжение. На воздушных линиях 400 В используют штыревые изоляторы ТФ, ШС, ШФ. Буквы в условных обозначениях изоляторов обозначают следующее:

Т — телеграфный;

Ф — фарфоровый;

С — стеклянный;

ШС — штыревой стеклянный;

ШФ — штыревой фарфоровый.

Штыревые изоляторы применяют для подвешивания сравнительно легких проводов, при этом в зависимости от условий трассы используются различные типы крепления проводов. Провод на промежуточных опорах укрепляют обычно на головке штыревых изоляторов, а на угловых и анкерных опорах — на шейке изоляторов. На угловых опорах провод располагают с наружной стороны изолятора по отношению к углу поворота линии.

Подвесные изоляторы применяют на воздушных линиях 35 кВ и выше. Они состоят из фарфоровой или стеклянной тарелки (изолирующая деталь), шапки из ковкого чугуна и стержня. Конструкция гнезда шапки и головки стержня обеспечивает сферическое шарнирное соединение изоляторов при комплектовании гирлянд. Гирлянды собирают и подвешивают к опорам и тем самым обеспечивают необходимую изоляцию проводов. Количество изоляторов в гирлянде зависит от напряжения линии и типа изоляторов.

Материалом для вязки алюминиевого провода к изолятору служит алюминиевая проволока, а для стальных проводов — мягкая стальная. При вязке проводов выполняют обычно одинарное крепление. двойное же крепление применяют в населенной местности и при повышенных нагрузках. Перед вязкой заготавливают проволоку нужной длины (не менее 300 мм).

Головную вязку выполняют двумя вязальными проволоками разной длины. Эти проволоки закрепляют на шейке изолятора, скручивая между собой. Концами более короткой проволоки обвивают провод и плотно притягивают четыре-пять раз вокруг провода. Концы другой проволоки, более длинные, накладывают на головку изолятора накрест через провод четыре-пять раз.

Для выполнения **боковой вязки** берут одну проволоку, кладут ее на шейку изолятора и оборачивают вокруг шейки и провода так, чтобы один ее конец прошел над проводом и загнулся сверху вниз, а второй — снизу вверх. Оба конца проволоки выводят вперед и снова оборачивают их вокруг шейки изолятора с проводом, поменяв местами относительно провода.

После этого провод плотно притягивают к шейке изолятора и обматывают концы вязальной проволоки вокруг провода с противоположных сторон изолятора шесть-восемь раз. Во избежание повреждения алюминиевых проводов место вязки иногда обматывают алюминиевой лентой. Изгибать провод на изоляторе сильным натяжением вязальной проволоки не разрешается.

Вязку проводов выполняют вручную, используя монтерские пассатижи. Особое внимание обращают при этом на плотность прилегания вязальной проволоки к проводу и на положение концов вязальной проволоки (они не должны торчать). **Штыревые изоляторы** крепят к опорам на стальных крюках или штырях (рис. 2.5). **Крюки** ввертывают непосредственно в деревянные опоры, а **штыри** устанавливают на металлических, железобетонных или деревянных траверсах. Для крепления изоляторов на крюках и штырях используют переходные **полиэтиленовые колпачки**. Разогретый колпачок плотно надвигают на штырь до упора, после этого на него навинчивают изолятор.

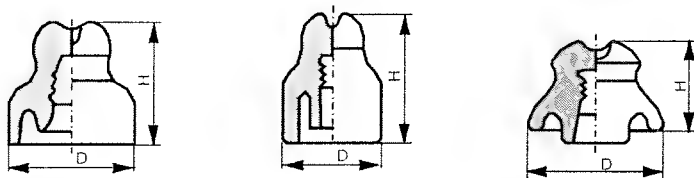


Рис. 2.4. Изоляторы

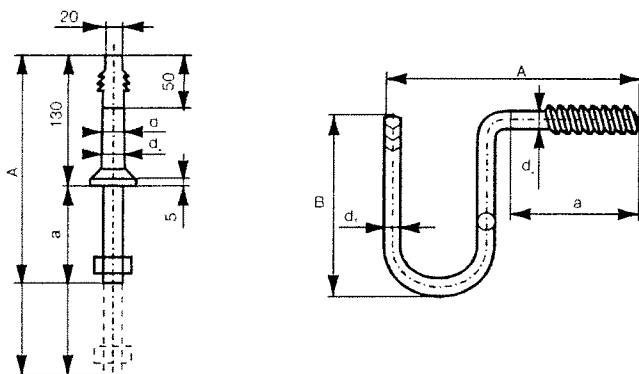


Рис. 2.5. Штырь и крюк

Провода подвешиваются на железобетонных или деревянных опорах при помощи подвесных или штыревых изоляторов. Для воздушных ЛЭП используются неизолированные провода. Исключением являются вводы в здания — изолированные провода, протягиваемые от опоры ЛЭП к изоляторам, укрепленным на крюках непосредственно на здании.



Внимание! Наименьшая допустимая высота расположения нижнего крюка на опоре (от уровня земли) составляет:

- в ЛЭП напряжением до 1000 В для промежуточных опор от 7 м, для переходных опор — 8,5 м;
- в ЛЭП напряжением более 1000 В высота расположения нижнего крюка для промежуточных опор составляет 8,5 м, для угловых (анкерных) опор — 8,35 м.

Наименьшие допустимые сечения проводов воздушных ЛЭП напряжением более 1000 В, выбираемые по условиям механической прочности [5] с учетом возможной толщины их обледенения, приведены в табл. 2.1.



Внимание! Для воздушных ЛЭП напряжением до 1000 В по условиям механической прочности применяются провода, имеющие сечения не менее:

- алюминиевые — 16 мм²;
- сталеалюминиевые — 10 мм²;
- стальные однопроволочные — 4 мм².

На воздушных ЛЭП напряжением до 1000 В устанавливают заземляющие устройства. Расстояние между ними определяется числом грозовых часов в году:

- до 40 часов — не более 200 м;
- более 40 часов — не более 100 м.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 30 Ом.

Минимально допустимые сечения проводов
воздушных ЛЭП напряжением более 1000 В

Таблица 2.1

Характеристика ЛЭП	Сечение проводов, кв. мм		
	алюминиевые	сталеалюминиевые	стальные
Без пересечений с коммуникациями. при толщине обледенения, мм:			
до 10	35	25	25
до 15 и более	50	35	25
Переходы через судоходные реки и каналы, при толщине обледенения, мм:			
до 10	70	25	25
до 15 и более	70	35	25
Пересечение с инженерными сооружениями:			
с линиями связи	70	35	25
с надземными трубопроводами	70	35	не допускается
с канатными дорогами	70	35	
Пересечение с железными дорогами при толщине обледенения, мм:			
до 10	—	35	не допускается
до 15 и более	—	50	
Пересечение с автомобильными дорогами, при толщине обледенения мм:			
до 10	35	25	25
до 15 и более	50	35	25

Допустимые расстояния от нижних проводов воздушных ЛЭП напряжением до 1000 В и до 10 кВ и их опор до объектов представлены в табл. 2.2.

Допустимые расстояния от нижних проводов воздушных ЛЭП и их опор до объектов

Таблица 2.2

Объекты	До 1000 В	до 10 кВ
До зданий и сооружений, м	1,5	3
До выступающих частей зданий и сооружений, м	1,5	2
До кроны деревьев, м	1	2
До поверхности земли в населенной местности, м	6	7
Расстояние от опор воздушных ЛЭП до объектов, м, не менее:		
Водо-, газо-, теплопроводные и канализационные трубы	1	
Колодцы подземной канализации, водозаборные колонки	2	
Бензоколонки	10	
Кабельные линии	1	

Устройство воздушных ЛЭП

Рассмотрим подробнее устройство воздушных ЛЭП. **Воздушные линии** электропередачи состоят из опорных конструкций (опор и оснований), траверс (или кронштейнов), проводов, изоляторов и арматуры. Кроме того, в состав ВЛ входят устройства, необходимые для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей и нормальной работы линии: грозозащитные тросы, разрядники, заземление, а также вспомогательное оборудование [60].

Опоры воздушной линии электропередачи поддерживают провода на заданном расстоянии друг от друга и от поверхности земли. А опоры воздушных линий напряжением до 1000 В могут быть использованы также для развешивания на них проводов радиосети, местной телефонной связи, наружного освещения.

Воздушные линии отличаются простотой эксплуатации и ремонта, более низкой стоимостью по сравнению с кабельными линиями такой же протяженности.

В зависимости от назначения бывают опоры промежуточные и анкерные. **Промежуточные опоры** устанавливают на прямых участках трассы ВЛ, и предназначены они только для поддержания проводов. Анкерные опоры устанавливают для перехода ВЛ через инженерные сооружения или естественные преграды, в начале, в конце и на поворотах ЛЭП. **Анкерные опоры** воспринимают продольную нагрузку от разности тяжения проводов и тросов в смежных анкерных пролетах. **Тяжением** называют усилие, с которым натягивают и закрепляют на опорах провод или трос. Тяжение изменяется в зависимости от силы ветра, температуры окружающего воздуха, толщины льда на проводах.

Горизонтальные расстояния между центрами двух опор, на которых подвешены провода, называют **пролетом**. Вертикальное расстояние между низ-

шей точкой провода в полете до пересекаемых инженерных сооружений или до поверхности земли или воды носит название **габарита провода**.

Стрелой провеса провода называют вертикальные расстояния между нижней точкой провода в полете и горизонтальной прямой, соединяющей точки крепления провода на опорах.

Силовые и осветительные сети напряжением до 1000 В, выполненные изолированными проводами всех соответствующих сечений или небронированными кабелями с резиновой или пластмассовой изоляцией сечением до 16 мм², относят к **электропроводке**. Наружной считают электропроводку, проложенную по наружным стенам зданий и сооружений, между зданиями, под навесами, а также на опорах (не более 4 пролетов, каждый длиной 25 м) вне улиц и дорог.



Внимание! Прокладывают провода на высоте не менее 2,75 м от поверхности земли. При пересечении пешеходных дорожек это расстояние делают не менее 3,5 м, а при пересечении проездов и путей для перевозки грузов — не менее 6 м.

Силовые кабельные ЛЭП

Для передачи и распределения электроэнергии наряду с воздушными линиями электропередачи применяют **силовые кабельные линии**. Силовые кабели прокладывают в земле, воде, а также по конструкциям на открытом воздухе, в туннелях, каналах, железобетонных блоках и внутри зданий. Их используют главным образом для передачи электроэнергии на **сравнительно небольшие расстояния** и в тех случаях, когда сооружение воздушных линий нежелательно или недопустимо. Кабельные линии, проложенные в земле, не подвергаются действию ветра, гололеда, грозových разрядов.

Повреждения в кабельных линиях не так опасны для населения, как обрыв проводов воздушных линий. **Силовые кабельные ЛЭП** применяются для подземной и подводной передачи электроэнергии на высоком и низком напряжениях. Трассу выбирают, исходя из условий наименьшего расхода кабеля и обеспечения его наибольшей защищенности от механических повреждений при раскопках, от коррозии, вибрации, перегрева. Кабельные ЛЭП прокладывают в траншеях по непроезжей части улиц, под тротуарами, по дворам.



Внимание! Кабель не должен проходить под существующими или предполагаемыми к постройке зданиями и сооружениями, под проездами, насыщенными подземными коммуникациями.

В местах пересечения с различными трубопроводами (теплопроводы, водопроводы и др.), кабелями связи и иными коммуникациями силовые кабели прокладывают в асбоцементных трубах или железобетонных блоках с соблюдением расстояний между кабелями и другими коммуникациями, установленными «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ). При прохождении кабелей через стены и перекрытия кабели прокладывают в отрезках неметаллических труб.

После прокладки концы кабелей должны быть временно загерметизированы. Соединение и оконцевание кабелей осуществляется при помощи кабельных муфт и воронок. Для оконцевания жил используются кабельные наконечники. Кроме того, кабель в траншее присыпают сверху слоем мелкой земли или песка толщиной 10 см, а для предохранения от механических повреждений его защищают, прикрывая слоем красного кирпича. Поверх кирпича траншею засыпают выкопанным из нее грунтом.

**Внимание!**

Глубина заложения кабельной линии в земле для кабелей напряжением до 10 кВ составляет 0,7 м, а при пересечении улиц, автомобильных и железных дорог — 1 м.

Трансформаторные подстанции

Высоковольтные трансформаторные подстанции

Предприятия и городские районы, как правило, получают питание от районных электрических сетей 6...220 кВ, а крупные предприятия — от сетей 330...500 кВ. На энергоемких предприятиях сооружаются собственные электростанции, которые связаны с районными электрическими системами. Связь с системой осуществляется по линии электропередачи непосредственно на генераторном или повышенном напряжении электростанции либо через отдельные пункты приема электроэнергии от энергосистемы.



Пример. Оборудование высоковольтных подстанций очень сложно и дорого. Например, высота выключателя около 10 м, масса примерно 40 т, и для его работы нужно давление 2000 кПа. На более низкие напряжения оборудование значительно проще и дешевле. Совершенно очевидно, что на повышение напряжения, связанное с огромными затратами средств, идут в силу острой необходимости.

В настоящее время широко применяют упрощенные схемы подстанций, работающие по **блочному принципу** «линия — трансформатор». При отсутствии приемников на напряжение свыше 1 кВ и радиальном питании «трансформатор — линия» схемы ТП выполняют упрощенными, без сборных шин на первичном напряжении 6...10 кВ с глухим присоединением трансформатора к питающей линии (рис. 2.6.а).

Коммутационные аппараты на вводе устанавливают в следующих случаях: при питании от пункта, находящегося в ведении другой эксплуатирующей организации; при удалении пункта питания от ТП на 3...5 км; при питании от воздушной линии; при необходимости отключающего аппарата по условиям защиты, например, для воздействия газовой защиты на выключатель нагрузки (рис. 2.6.б).

В магистральных схемах электроснабжения на вводе устанавливают разъединители для селективного отключения трансформатора при его повреждении (рис. 2.6.б).

Радиальные схемы получают питание от щита низкого напряжения, к которому с помощью рубильников и предохранителей или автоматов под-

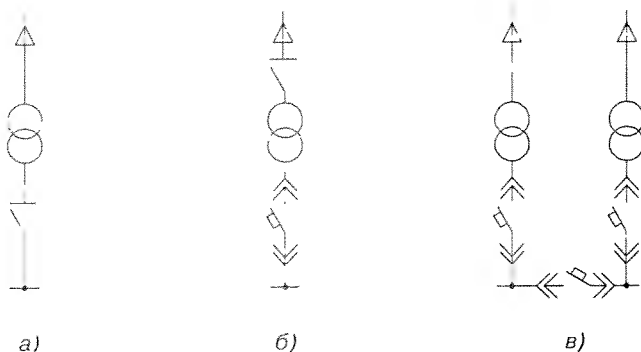


Рис. 2.6. Схема подстанций без сборных шин 6...10 кВ:

- а) с глухим присоединением трансформатора к питающей линии;
- б) с присоединением трансформатора коммутационными аппаратами по условиям защиты;
- в) с секционированным рубильником или автоматом сборных шин низкого напряжения

ключаются линии отдельных домов. На двухтрансформаторных подстанциях сборные шины щитов низкого напряжения секционируются рубильниками или автоматами (рис. 2.6.в).

Питание приемников **свыше 1 кВ** или наличие связи с соседними подстанциями при радиально-проходных схемах электроснабжения требует распределения электроэнергии на напряжение 6...10 кВ. При этом ТП может совмещаться с **распределительным устройством (РУ)**, выполняемым с одной несекционированной или секционированной системой шин.

Несекционированную систему шин используют при однолинейном питании неответственных потребителей третьей категории надежности. Для потребителей первой и второй категорий секционирование шин осуществляется нормально разомкнутым разъединителем или выключателем. Каждая секция получает питание по отдельной линии. Секционный аппарат включается при исчезновении напряжения на шинах и отключении питающей линии.

Потребительские трансформаторные подстанции. Расчет нагрузки

Мощность и число трансформаторов понижающей потребительской подстанции выбирают по расчетной мощности на шинах низшего напряжения с учетом перегрузочной способности трансформаторов и требований по обеспечению необходимой степени надежности электроснабжения потребителей.

Расчет электрических нагрузок в сетях 380 В производится путем суммирования расчетных нагрузок на вводах всех потребителей с учетом коэффициентов одновременности.

Коэффициенты одновременности для суммирования электрических нагрузок в сетях 380 В приведены в табл. 2.3 [84].

Расчетную мощность участка линии при суммировании с учетом коэффициента одновременности определяют по формуле:

$$P_{\sigma\Sigma} = k_{\sigma} \Sigma P_{di}; P_{\sigma\Sigma} = k_{\sigma} \Sigma P_{ei},$$

где $P_{\sigma\Sigma}$; $P_{\sigma\Sigma}$ — расчетные дневная и вечерняя нагрузки на участке линии или на шинах ТП, кВт; k_{σ} — коэффициент одновременности (по табл. 2.3); P_{di} , P_{ei} — дневная и вечерняя нагрузки на вводе i -го потребителя или i -го элемента сети, кВт.

Коэффициенты одновременности

Таблица 2.3

Наименование потребителя	Число потребителей										
	2	3	5	7	10	15	20	50	100	200	500 и более
Жилые дома с удельной нагрузкой на вводе: до 2 кВт на дом	0,76	0,66	0,55	0,49	0,44	0,40	0,37	0,30	0,26	0,24	0,22
	свыше 2 кВт на дом	0,75	0,64	0,53	0,47	0,42	0,37	0,34	0,27	0,24	0,20
Жилые дома с электроплитами и водонагревателями	0,73	0,62	0,50	0,43	0,38	0,32	0,29	0,22	0,17	0,15	0,12
Производственные потребители	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,47	0,40	0,35	0,30

В небольших и средних сельских населенных пунктах, а также садово-огородных товариществах, в дачных поселках и т.д. с преобладающей коммунально-бытовой нагрузкой устанавливают одну или две трансформаторные подстанции ТП 10/0,4 кВ с трансформаторами мощностью до 63 и реже 100 кВ·А.

Площадку для строительства ТП нужно выбирать на незаселенной местности, незатопляемой паводковыми водами, в центре нагрузок или вблизи от него. Площадка должна иметь по возможности инженерно-геологические условия, допускающие строительство без устройства дорогостоящих заземлений и фундаментов под оборудование и не вызывать большого объема планировочных работ.

Выбор типа подстанции

При выборе типа подстанции предпочтение следует отдавать подстанциям типа КТП (**комплексные трансформаторные подстанции**) заводского изготовления. На рис. 2.7 показано присоединение КТП мощностью до 160 кВ·А к воздушным линиям 10 кВ и 380 В. КТП установлено на двух железобетонных фундаментах-столбах на высоте 1,8 м над уровнем земли. Разъединитель с приводом устанавливают на концевой опоре ВЛ 10 кВ, что обеспечивает при отключенном разъединителе безопасность работ в любой точке подстанции.

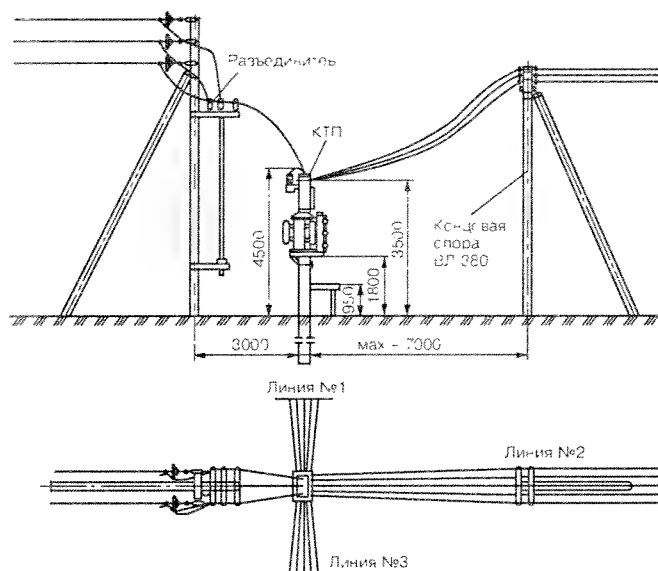


Рис. 2.7. Схема присоединения ВЛ 10(6) и 0,38 кВ в комплексной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ

Ввод электроэнергии в здание

Использование однофазных и трехфазных вводов

Однофазными электроприборами потребитель может пользоваться как при однофазном, так и при трехфазном вводе, а трехфазные электроприборы можно включать только при наличии трехфазного ввода. **Трехфазный ввод** предоставляет более широкие возможности применения электроэнергии, но для электрообеспечения квартир сельских жителей, многоквартирных домов в сельской местности и для садоводческих участков и дачных домиков его используют редко.

В пылесосах, электрополотерах, стиральных машинах, компрессионных электрохолодильниках, различных кухонных машинах, а также в электроинструментах применяют однофазные электродвигатели, хотя они по сравнению с трехфазными более сложны по конструкции, менее экономичны и более громоздки.

Чем больше мощность, тем в большей мере проявляются недостатки однофазных электродвигателей. При мощности 1,3 кВт и более однофазные электродвигатели для бытовых машин не применяются. Некоторые сельскохозяйственные орудия личного пользования, а также бытовой электроинструмент для строительных и монтажных работ требуют мощность, превышающую 1,5 кВт. Отсюда возникает потребность в бытовых трехфазных электроприемниках и, как следствие этого, в трехфазном вводе для сельского дома.

Особенности современных электроприборов большой мощности



Внимание! Электрические сети прежней постройки не были рассчитаны на присоединение современных бытовых электроустановок большой мощности. Поэтому, согласно «Правилам пользования электрической и тепловой энергией», на применение трехфазных электроприемников для бытовых нужд, а также на установку бытовых машин и электроприборов мощностью более 1,3 кВт необходимо специальное разрешение от энергоснабжающей организации.

В остальных случаях достаточно выполнить электропроводку согласно требованиям «Правил устройства электроустановок» и для включения ее под напряжение подать заявление в электроснабжающую организацию, предъявить электропроводку для контроля инспектору энергонадзора и сдать технический минимум по обслуживанию электроустановок и электропроводок.

Ответственность за техническое состояние, эксплуатацию электропроводки и электрооборудования, а также за технику безопасности при пользовании электрической энергией в квартирах, на подсобных, приусадебных или садовых участках возлагается на лиц, пользующихся электроэнергией (жильцов квартир или владельцев участков). Они, согласно «Правилам пользования электрической и тепловой энергией», должны приобрести необходимые технические знания.

Итак, на подстанции вблизи нашего дома установлен трансформатор. От него через **вводно-распределительное устройство** в разные помещения расходится сеть проводов и кабелей. По ним электроэнергия передается.

- электродвигателям вентиляторов;
- электродвигателям насосов при централизованном теплоснабжении от ТЭЦ и для подъема воды на верхние этажи;
- для общего освещения территории двора и лестничных клеток;
- для питания трансляционных узлов радио- и телевизионной сети;
- по каждой лестничной клетке проходит так называемый стояк — магистральные провода, от которых сделаны ответвления в квартиры.

С этих проводов и начнется подробное рассмотрение устройства квартирной электросети и ее обслуживания.

Ввод в здание от воздушной ЛЭП

Рассмотрим практические вопросы ввода электроэнергии в здание [20]. Вводы воздушных линий электропередачи в здания делят на два участка:

- **ответвление от воздушной линии до ввода** — участок проводов от опоры ВЛ до ввода в здание;
- **ввод в здание** — участок от изоляторов на наружной стене здания до вводного устройства внутри здания.



Внимание!

Если расстояние от опоры ВЛ до здания больше 10 м, то для ослабления натяжения проводов необходимо устанавливать подставную опору.

Ответвление от воздушной линии до ввода в строения длиной до 25 м, а также внутридворовые сети следует выполнять изолированными проводами или кабелем, проложенным на тросу или в земле.



Внимание! Сечение проводов в ответвлении должно быть не менее 6 мм^2 (при длине до 10 м не менее 4 мм^2) для меди и не менее 16 мм^2 для алюминия. Сечение жил кабеля — не менее 4 мм^2 для алюминия и $2,5 \text{ мм}^2$ для меди. Расстояние от проводов ответвления до земли должно быть не менее 6 м в проезжей части и внутри дворов не менее 3,5 м, а расстояние от земли до изолятора ввода в здание — не менее 2,75 м (рис. 2.8).

Ответвления от ВЛ выполняют также **кабельными линиями**. В этом случае кабель прокладывают по опоре до перехода его в траншею. От случайных механических повреждений кабель защищают трубой или другой конструкцией на высоту до 2 м.

Провода наружной электропроводки располагаются или ограждаются таким образом, чтобы они были недоступны для прикосновения.

Провода, проложенные открыто горизонтально по стенам, должны находиться на расстоянии не менее:

- над балконом, крыльцом — 2,5 м;
- над окном — 0,5 м;
- под балконом — 1,0 м;
- под окном (от подоконника) — 1,0 м;
- при вертикальной прокладке: до окна — 0,75 м, а до балкона — 1,0 м.

При подвеске проводов на опорах около зданий расстояние от проводов до балконов и окон должно быть не менее 1,5 м.

Вводы через стены зданий получили широкое применение, они просты в исполнении, всегда находятся в поле видимости, удобны при обслуживании. При вводе в здание изоляторы устанавливают на крюках (рис. 2.9.а).

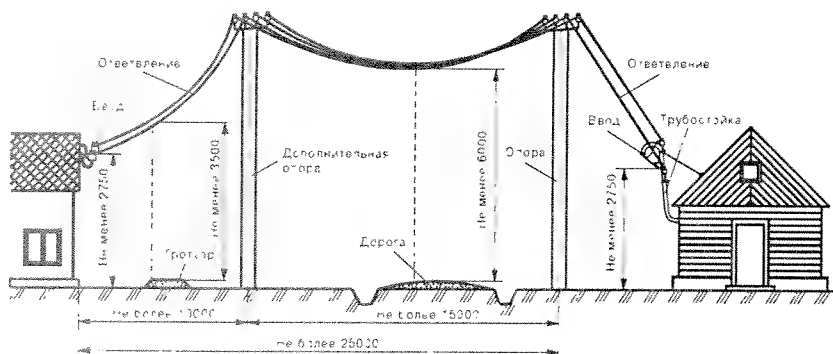
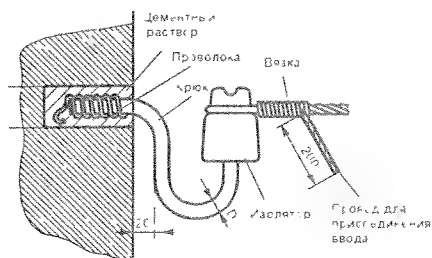
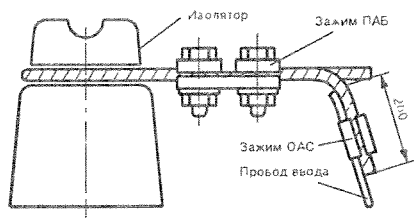


Рис. 2.8. Схема ответвлений от воздушной линии 380 В и вводов в здания



а) Установка крюков и изоляторов



б) Крепление провода к изолятору

Рис. 2.9. Элементы монтажа при вводе в здание

Расстояние между проводами у вводов, а также расстояние от проводов до выступающих частей зданий должно быть не меньше 200 мм.

Концевые крепления алюминиевых многопроволочных проводов марок А-25...А-50 выполняют **шашечными зажимами типа ПАБ** с оставлением конца провода длиной не менее 200 мм для подключения ввода (рис. 2.9.б). Допускается концевое крепление проводов выполнять **бандажной вязкой** с соблюдением размеров и числа витков, указанных на рис. 2.10.



Внимание!

Недопустимо присоединение провода ввода непосредственно к натянутому проводу ответвления, так как это способствует обрыву проводов ответвления.

Вводы в здания выполняют только изолированными проводами. Каждый провод заключают в отдельную резиновую изоляционную трубку, как показано на рис. 2.11. На концы трубок с наружной стороны здания устанавливают фарфоровые воронки таким образом, чтобы они находились на одной оси и были разнесены одна от другой в кирпичных стенах на 50 мм, в деревянных стенах на 100 мм. Внутри здания на трубки надевают втулки. Отверстия в стене заделывают алебастровым или цементным раствором.

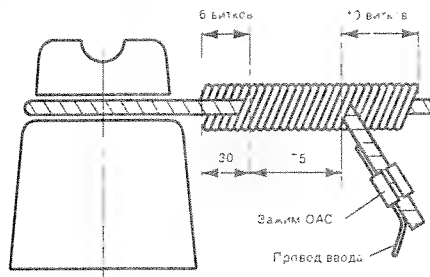


Рис. 2.10. Крепление провода к изолятору вязкой

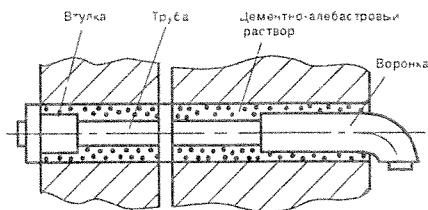


Рис. 2.11. Конструкция для прохода стены при вводе в дом

Проходы через стены в трубках должны выполняться с уклоном наружу, таким образом, чтобы вода не могла скапливаться в проходе или попадать внутрь здания. После прокладки проводов входные отверстия воронок и втулок заливают изоляционной массой, битумом.

Ввод в строение следует выполнять кабелем в негорючей оболочке сечением не менее 4 мм^2 для алюминия и $2,5 \text{ мм}^2$ для меди или изолированными проводами тех же сечений. Вводы через **трубостойки** выполняют в тех случаях, когда высота здания не позволяет обеспечить установленные ПУЭ вертикальные габаритные размеры.

Ввод трубостойкой через стену более удобен (рис. 2.12). При монтаже трубостоек следят за тем, чтобы нижний горизонтальный конец трубы был установлен с уклоном 5° наружу, в нижней точке изгиба просверливают отверстие диаметром 5 мм для выхода влаги.

Ввод трубостойкой через крышу применяют в том случае, если расстояние от поверхности земли до низа трубостойки, устанавливаемой на стене, оказывается меньше 2 м. Особое внимание уделяют качеству монтажа прохода через кровлю и его гидроизоляции.

Перед установкой в трубостойку затягивают стальную проволоку для последующего протягивания проводов. Верхний конец трубостойки двумя оттяжками из круглой стали диаметром 5 мм крепят к стене или к стропилам крыши. Все болтовые крепления вводов должны выполняться с применением пружинящих шайб, предохраняющих гайки от самооткручивания при раскачивании трубостоек и проводов ветром. Болтовые соединения смазывают защитной смазкой или техническим вазелином.

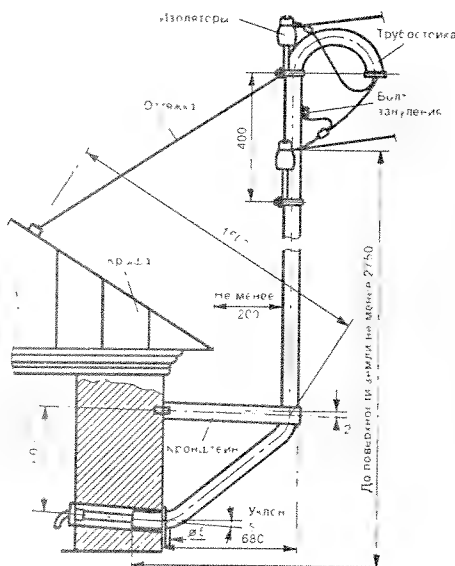


Рис. 2.12. Ввод в дом с использованием трубостойки



Внимание! Расстояние от самого нижнего проводника ввода через трубостойку до крыши должно быть не меньше 2,5 м. Запрещается прокладывать «голые» или изолированные провода по крышам жилых домов.

Вводы в здания кабелем

От опоры до стены здания кабель прокладывают в траншее глубиной 0,7 м. В фундаменте здания пробивают отверстие для ввода кабеля. Ввод выполняют в трубе. Диаметр труб выбирают из расчета 1,5...2 диаметра кабеля, но не меньше 50 мм. Укладывают трубы с уклоном наружу в траншею и гидроизолируют так, чтобы исключить попадание воды в здание. Глубина заложения

труб не менее 0,5 м. С внутренней стороны здания труба должна выступать на 50 мм, а с наружной на 600 мм от фундамента.

У ввода в здание в траншее всегда оставляют запас кабеля (примерно 1 м) на случай повторной разделки концов, который укладывают полукругом с радиусом 1 м (запрещается запас укладывать кольцами). Глубина заложения не менее 500 мм с обязательным покрытием кирпичом или бетонными плитами. Места выхода кабеля из трубы уплотняют раствором цемента с песком, глиной или кабельной пряжей, смоченной маслом.



***Внимание!** В одной трубе прокладывают только один кабель. Если в здание вводится или выводится несколько кабелей, то число труб должно соответствовать их количеству. Кабели, прокладываемые вдоль здания, должны размещаться в траншее не ближе 0,6 м от фундамента.*

Изготовление трубостойки

Для трубостоек используют водогазопроводные трубы, внутренний диаметр которых из условий механической прочности должен быть не менее 20 мм при вводе двух проводов и не менее 32 мм — четырех. Верхний конец трубостойки загибают на 180°, чтобы в нее не могла попасть влага. К трубе под изгибом приваривают траверсу с двумя штырями для установки вводных изоляторов. Для траверс к трубостойкам диаметром 20 мм используют стальной уголок длиной 500 мм, сечением 45х45х5. На трубостойке приваривают болт для зануления (соединения нулевой жилы с металлической трубой), который для предохранения от коррозии смазывают техническим вазелином. Острые края трубы обрабатывают напильником, чтобы не повредить о них изоляцию проводов при затягивании. Ближе к изгибу приваривают кольцо (гайку), в котором закрепляют проволочную оттяжку, для компенсации усилия натяжения проводов ответвления от воздушной линии. Внешнюю поверхность трубы окрашивают.

Электроконструкции

Электроконструкции — общее название квартирных и этажных групповых щитков: электрошкафов, вводно-распределительных устройств (ВРУ), через которые электроэнергия вводится в дома по воздушным и кабельным линиям. Электроконструкции изготавливаются на электротехнических заводах.

Нередко вместо этажных щитков применяют **совмещенные электрошкафы**. Пример электрошкафа дан на рис. 2.13. Шкаф имеет отсеки с отдельными дверцами. В одном отсеке расположены автоматические выключатели и выключатели, таблички с номерами квартир, в другом, запертом, — счетчики; третий отсек предназначен для слаботочных устройств: телефонов, радиотрансляционной сети и сети телевизионных антенн. К каждой квартире относятся один выключатель и два автоматических выключателя: один — для линии общего освещения, другой — для линии штепсельных розеток. Если

же в квартире есть электроплита, то устанавливают три автоматических выключателя, причем тот из них, который служит для защиты электропроводки к плите, имеет уставку 25 или 40 А в зависимости от мощности плиты. На рисунке видны концы труб, в которых проложены провода, идущие в квартиры, и провода стояка.

В некоторых шкафах имеется штепсельная розетка с защитным контактом, к которой присоединяют уборочные машины.

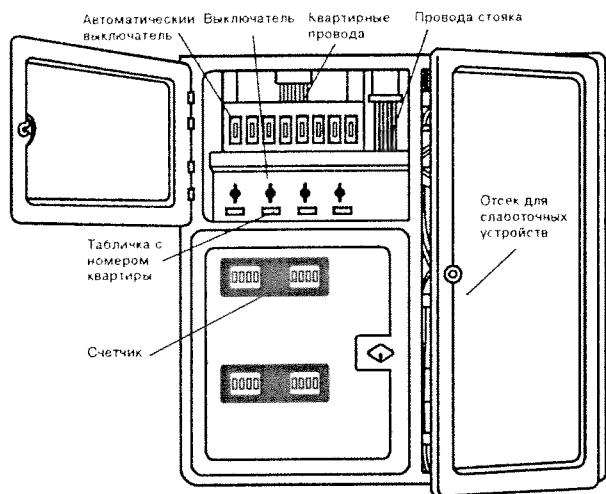


Рис. 2.13. Пример исполнения электрощафа

Ввод электроэнергии в многоквартирный дом

В больших домах питающий кабель входит во **вводный ящик**, который соединен кабелем с **распределительным щитом** (рис. 2.14). От него отходят стояки, прокладываемые вертикально, например, по лестничным клеткам.

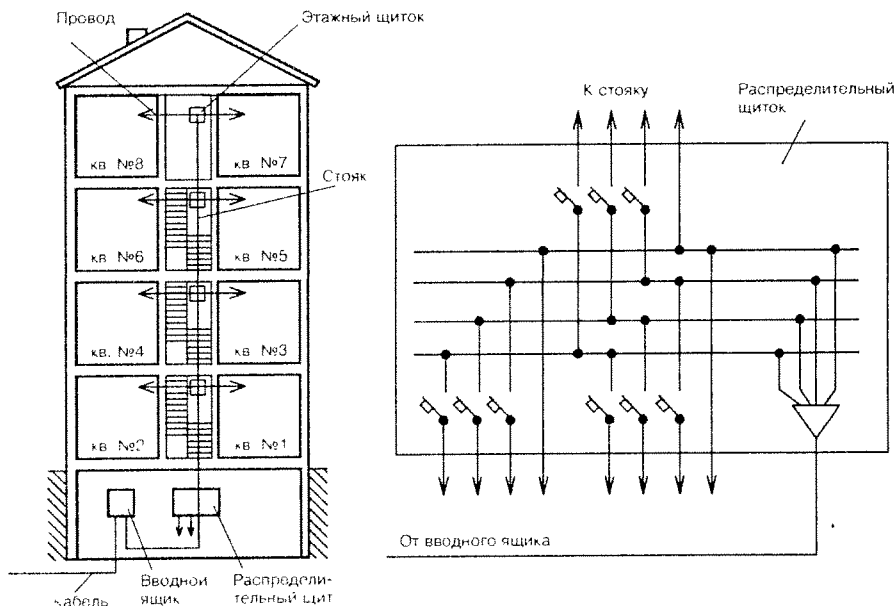


Рис. 2.14. Кабельный ввод в многоэтажный дом

К стоякам на каждом этаже присоединены **этажные щитки** (см. рис. 2.15), от которых провода расходятся по квартирам [73].

В зависимости от размеров дома и его этажности, а также системы прокладки кабелей (в земле или коллекторе) вводы выполняются тем или иным способом. Почему? Потому что, **во-первых**, нагрузка 100-квартирного дома значительно меньше нагрузки 500-квартирного. **Во-вторых**, требования к электроснабжению пятиэтажного дома относительно невелики: в таких домах нет лифтов и хватает напора водопроводной сети. Оставлять же без электропитания лифты и водоснабжение 9-этажного и тем более 27-этажного дома совершенно недопустимо. По этим причинам в большие дома нередко вводится не один, а два и даже три кабеля со **взаимным резервированием**. Распределение электроэнергии между квартирами и общедомовыми нагрузками (лифты, насосы, общее освещение) довольно сложно. Его выполняют с помощью комплектных электротехнических устройств. Их размеры, места установки и способы крепления строго согласованы с конструкциями домов.

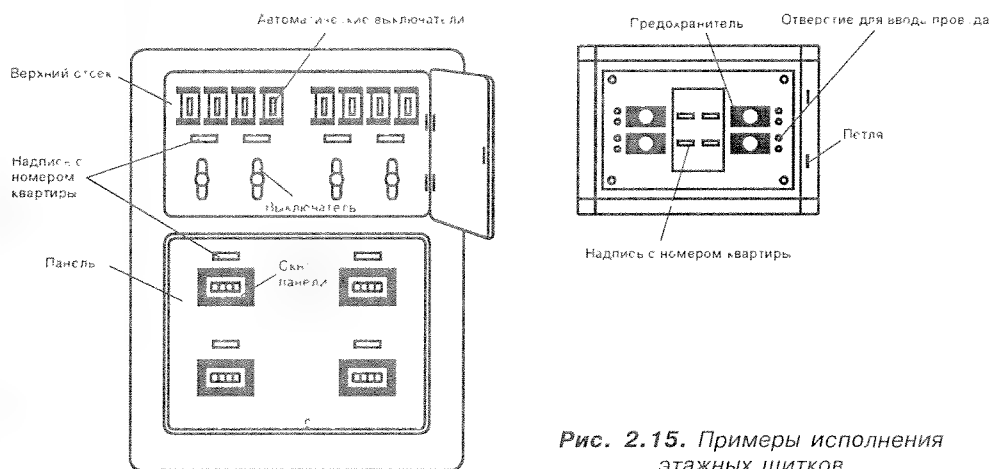


Рис. 2.15. Примеры исполнения этажных щитков

Современные квартирные щитки

Современная промышленность выпускает щитки в нескольких вариантах. Например, **ЭНЕРГОМЕРА** www.energomera.ru, производитель электротехнического оборудования предлагает российским потребителям новую, более совершенную продукцию, соответствующую мировым стандартам и отличающуюся продуманным дизайном. Речь идет о четырех сериях однофазных учетно-распределительных внутриквартирных щитков — ЩКУ1, ЩКУ2, ЩКУ3, ЩКУ4: новых однофазных счетчиках ЦЭ6807Б и ЦЭ6807Б-Р и устройстве защитного отключения УЗО-ВАД2.

Щитки серий ШКУ1 и ШКУ2 предназначены для распределения и учета электрической энергии в жилых помещениях, а также для защиты линий при перегрузках, коротких замыканиях и недопустимых утечках тока на «землю» в однофазных и трехфазных сетях напряжением 220 и 380 В, соответственно, частотой 50 Гц и с глухозаземленной нейтралью. Приборы ШКУ1 используются в сети, в которой ток короткого замыкания не превышает 1500 А, для ШКУ2 этот показатель составляет 3000 А.

Обе серии позволяют устанавливать счетчики как с механическим, так и с электронным принципом действия. В частности, ШКУ1 и ШКУ2 оборудуются новыми однофазными счетчиками ЦЭ6807Б. Кроме того, могут быть изготовлены щитки под автоматические выключатели и УЗО с любыми номинальными токами.

Приборы ШКУ3 оборудованы счетчиком ЦЭ6807Б и УЗО-ВАД2 на ток до 63 А. Счетчик полностью соответствует требованиям ГОСТ 30207-94 (МЭК 1036) и защищает квартирные цепи от известных способов недоучета и хищения электроэнергии.

В щитках ШКУ4 установлен малогабаритный электронный однофазный счетчик ЦЭ6807Б-Р, также защищенный от недоучета и известных способов хищения электроэнергии. К его достоинствам относятся высокий класс точности — 0,2 (1,0), широкий нормируемый динамический диапазон по току нагрузки (от 0,05 до 60 А), высокая чувствительность (от 25 мА). При падении напряжения ниже 150 В считывание тока прекращается. Преобразователь мощности в ЦЭ6807Б-Р построен на основе интегральных схем БИС собственной разработки компании. Это позволило увеличить надежность электронного блока и уменьшить размеры счетчика. Все изделия серии ШКУ4 комплектуются счетчиками с механическим отсчетным устройством или жидкокристаллическим индикатором.

Щитки ШКУ4 могут монтироваться на стене или встраиваться в нишу. Благодаря креплению крышки к корпусу на регулируемых винтах, прибор легко установить даже на неровной поверхности. Высокая надежность позволила продлить гарантийный срок эксплуатации счетчика до 5 лет.

Варианты присоединения квартир к стоякам

На практике можно встретиться с различными вариантами присоединения к стоякам квартирных вводов.

Вариант 1. Стояк имеет четыре провода: три фазы, обозначаемые буквами А, В, С, как показано на рис. 2.16,а, и нейтральный N (нулевой) провод. Между каждой парой фаз (А — В, В — С и С — А) напряжение в 1,73 раза выше, чем между любой фазой и нейтралью (А — N, В — N). Значит, если между фазами 380 В, то между каждой фазой и нейтралью $380/1,73 = 220$ В. Если между фазами 220 В, то между каждой фазой и нейтралью $220/1,73 = 127$ В. В каждую квартиру вводят два провода: фазу и нейтральный провод. В этих

проводах ток одинаков. Иначе и быть не может, так как проводов всего два, поэтому в любой момент времени один из них прямой, а другой — обратный.

Квартиры к разным фазам присоединяют по возможности равномерно. Так, на рис. 2.16.а из шести квартир к каждой фазе присоединено по две. Равномерное распределение нагрузки исключает перегрузку отдельных проводов стояка и обмоток трансформатора и, кроме того, дает возможность уменьшить ток в нейтральном проводе. Этот вопрос требует пояснения.

Из схемы видно, что все квартиры присоединены к нейтральному проводу. Он для всех квартир является обратным, поэтому через него должна проходить сумма всех токов. Но какая сумма? Не арифметическая, а геометрическая. Чтобы ее найти, нужно изобразить нагрузки каждой фазы векторами, приняв их длины пропорциональными нагрузкам фаз; затем эти векторы следует расположить под углами 120° и по правилу параллелограмма сложить сперва нагрузку двух фаз, а затем, опять-таки по правилу параллелограмма, сложить найденную нагрузку двух фаз с нагрузкой третьей фазы. Пример такого сложения дан на рис. 2.16.б. Из него видно, что ток в нейтральном проводе получился меньшим, чем ток любого провода фазы А, В или С. При совершенно равномерной нагрузке фаз тока в нейтральном проводе нет, поэтому его часто называют нулевым.

Вариант 2. В другом варианте (рис. 2.16.в), распространенном в старых домах, в стояке три провода. Между каждой парой проводов обычно напряжение 120 В. Здесь нейтрального провода нет.

Вариант 3. Могут встретиться трехпроводные стояки, где имеются две фазы и нейтральный провод (третья фаза с нейтральным проводом вводится в другой подъезд).

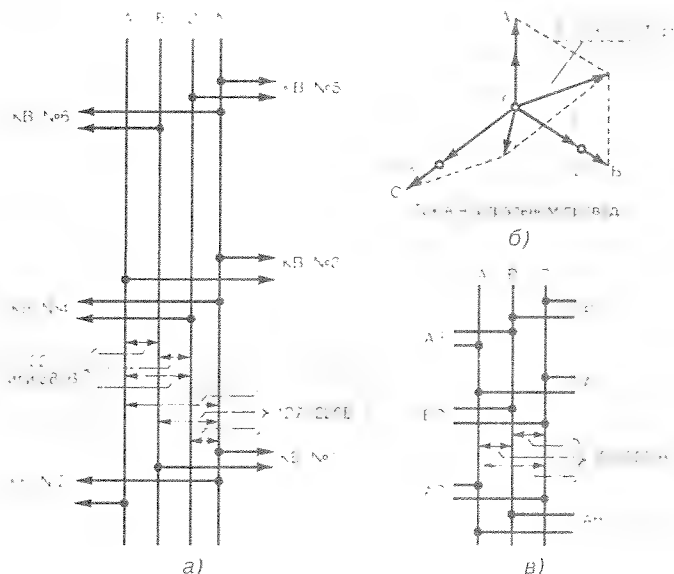


Рис. 2.16. Распределение нагрузки между фазами

справочник
**домашнего
электрика**

Раздел II

Элементы домашней электросети

Глава 3

Провода, шнуры,
кабели

Глава 4

Электроустановочные
изделия

Глава 5

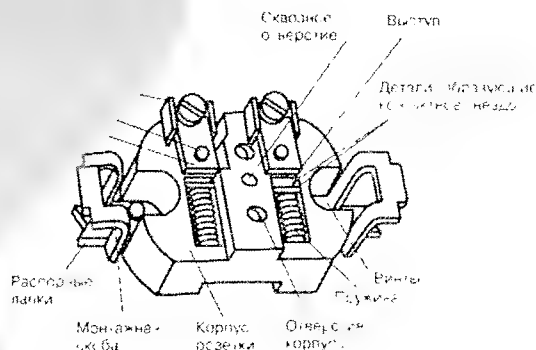
Электрические
соединители

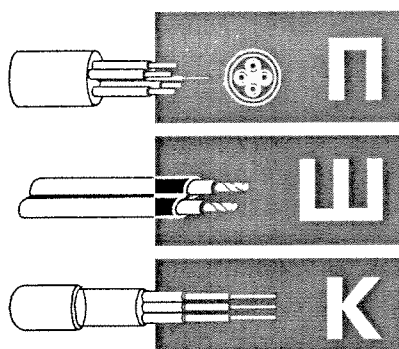
Глава 6

Выключатели и
светорегуляторы

Глава 7

«Умный Дом»





ГЛАВА 3 Провода Шнуры Кабели

Материалы и общие характеристики

Сравнение проводниковых материалов

Алюминий является одним из наиболее распространенных материалов при изготовлении проводов и кабелей. Его проводимость составляет примерно 62% проводимости **меди**, но из-за малой плотности алюминия проводимость на единицу массы в два раза больше, чем у меди.

Однако, по сравнению с медью алюминий имеет невысокую механическую прочность и пониженные контактные свойства. Одним из отрицательных свойств алюминия является **быстрая окисляемость** при соприкосновении с воздухом и образование на его поверхности тугоплавкой (с температурой плавления около 2000°C) пленки окиси. **Окисная пленка** плохо проводит электрический ток и поэтому препятствует созданию хорошего контакта.

Кроме того, **при контакте алюминий-медь** образуется «гальваническая пара», при которой алюминий, подвергаясь электрокоррозии, разрушается. Это ведет к ухудшению соединения. В качестве электрической изоляции применяют **резину** и **пластмассу**. В целях экономии дефицитных проводов с медными жилами в настоящее время для электропроводок применяют преимущественно провода и кабели с алюминиевыми жилами.

Различия проводниковых изделий

Имеющийся ассортимент проводов, шнуров и кабелей чрезвычайно разнообразен. Они различаются:

- материалом токопроводящих жил (медь, алюминий, алюмомедь);
- поперечным сечением жил (от 0,75 до 800 мм²);
- числом жил (одножильные и многожильные, от 1 до 37 жил);
- изоляцией (резина, бумага, пряжа, пластмасса);
- оболочками (резина, пластмасса, металл), покровами и т.п.

Рабочее и испытательное напряжение

Каждый провод, кабель, шнур имеет **рабочее (номинальное)** и **испытательное** напряжения. Эти величины для проводов и кабелей характеризуют электрическую прочность их изоляции.

Рабочее напряжение — это наибольшее напряжение сети, при котором провод, кабель, шнур могут эксплуатироваться.



Пример.

При рабочем напряжении провода 380 В он подходит для сетей 380, 220, 127, 42, 12 В. Но шнур, рабочее напряжение которого 220 В, нельзя применять в сетях 380 В и выше. В жилых зданиях применяются провода и кабели на напряжения 660, 380 и 220 В. Надписи 660/660; 380/380 и 220/220 относятся к многожильным проводам; они указывают допустимое напряжение между соседними жилами.

Испытательное напряжение — определяет запас электрической прочности примененной изоляции. Оно значительно выше рабочего.

Влияние подключаемой нагрузки

Установочные провода должны соответствовать подключаемой нагрузке. Для одной и той же марки и одного и того же сечения провода допускаются различные по величине нагрузки, которые зависят от условий прокладки, а значит и возможности охлаждения.



Пример.

Провода или кабели, проложенные открыто, лучше охлаждаются, чем проложенные в трубах или скрыто под штукатуркой.

Сечение токопроводящих жил выбирают исходя из предельно допустимого нагрева жил, при котором не повреждается изоляция проводов. Допустимые значения длительных токов нагрузки для проводов, шнуров и кабелей рассчитаны и приведены в приложениях.

Допустимая нагрузка (при прочих равных условиях) с увеличением сечения возрастает не пропорционально сечению, а медленнее.



Пример.

При сечении 1 мм² допустим ток 17 А. При сечении 1,5 мм² — не 25,5 А, а только 23 А.

При расположении нескольких проводов в общей трубе, в канале скрытой проводки, **условия их охлаждения** ухудшаются, они также нагревают друг друга, поэтому допустимый ток для них должен быть уменьшен на 10...20%.

Рабочая температура проводов и шнуров в резиновой изоляции не должна превышать +65°C, в пластмассовой — +70°C. Следовательно, при комнатной температуре +25°C допустимый перегрев не должен превышать температуру +40...45°C.

Изоляция проводов и кабелей

Провода изготавливаются с изоляцией на напряжение 350, 660 и 3000 В переменного тока, кабели — на все напряжения. У изолированного провода токопроводящая жила заключена в изолирующую оболочку из резины, поливинилхлорида или винилпласта. Для предохранения от механических повреждений и воздействий внешней среды изоляция некоторых марок проводов покрыта снаружи хлопчатобумажной оплеткой, пропитанной противогнилостным составом. Изоляция проводов, предназначенных для прокладки в местах, где имеется повышенная опасность их повреждения вследствие механических воздействий, защищена дополнительно оплеткой из стальной оцинкованной проволоки.

Схемы конструктивных элементов проводов и кабелей

Перед рассмотрением примеров исполнения конкретных проводов и кабелей полезно рассмотреть общие схемы конструктивных элементов проводов и кабелей. На рис. 3.1 схематически изображены применяющиеся в различных сочетаниях в проводах и кабелях все возможные жилы, их изоляция, обмотки, оплетки и оболочки.

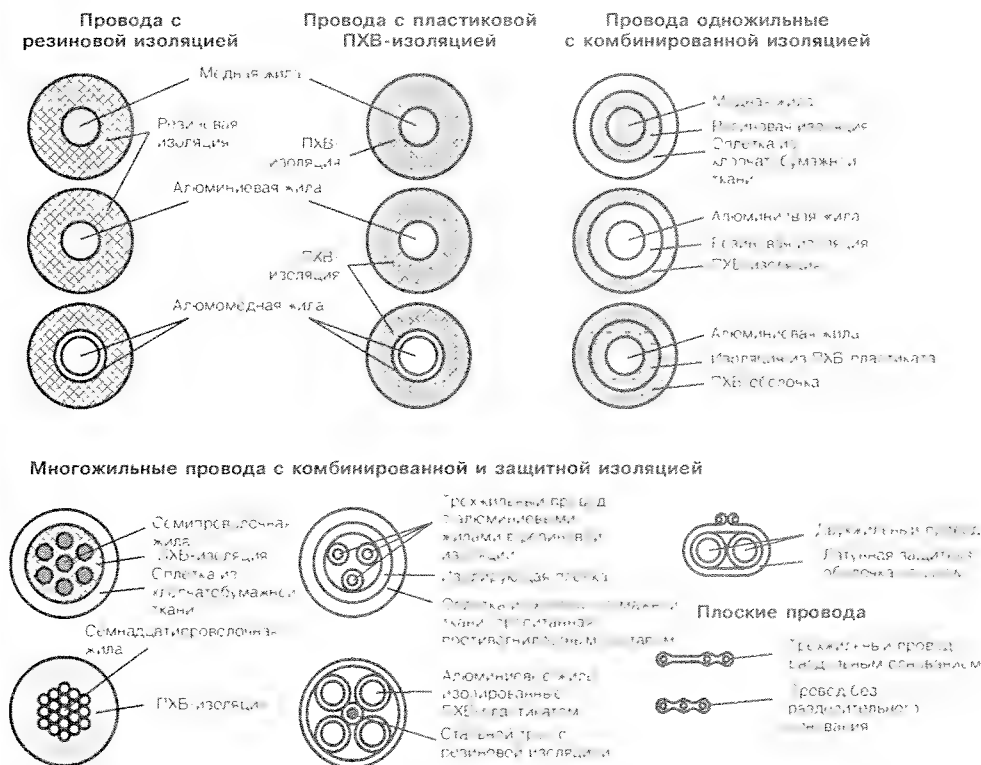


Рис. 3.1. Многообразие проводов и кабелей

Расчет сечения жилы

Сечение жилы приблизительно определяется ее диаметром ($S = 0.785d^2$), где d — диаметр жилы. Диаметр можно замерить штангенциркулем.



Совет.

Если же под рукой нет штангенциркуля, то диаметр можно узнать следующим способом. 10...20 витков очищенной от изоляции жилы следует намотать на толстый гвоздь, отвертку или другой стержень, плотно сжать витки провода и измерить обычной линейкой длину спирали. Разделив эту длину на число витков, узнают искомый диаметр жилы. Для определения сечения многожильных проводов и шнуров следует замерить диаметр одной жилки, вычислить ее сечение, затем величину сечения умножить на число жилок в проводе.

Точно сечение проводов и кабелей напряжением до 1000 В определяют, исходя из двух условий.

Первое условие. По условию нагревания длительным расчетным током:

$$I_{\text{доп}} > I_p,$$

где $I_{\text{доп}}$ — длительно допустимый ток для принятого сечения провода или кабеля и условий его прокладки. Приводятся данные в ПУЭ или справочной литературе;

I_p — расчетный ток, А.

Второе условие. По условию соответствия сечения провода классу защиты:

$$I_{\text{доп}} > K_3 \cdot I_{\text{н.пл.}}$$

где K_3 — коэффициент защиты;

$I_{\text{н.пл.}}$ — номинальный ток плавкой вставки, А.

$K_3 = 1.25$ при защите проводников с резиновой и пластмассовой изоляцией во взрыво- и пожароопасных, торговых и т.п. помещениях плавкими предохранителями и автоматическими выключателями; при защите этих же проводников в невзрыво- и непожароопасных помещениях $K_3 = 1.0$.

Осветительные проводки дополнительно рассчитывают на потерю напряжения. Допустимые длительные токовые нагрузки на провода и кабели, а также выбор пусковой и защитной аппаратуры, проводов и кабелей для отдельно устанавливаемых электродвигателей находят по справочникам.

Диапазон стандартных сечений жил

Диапазон стандартных сечений жил велик: от 0.03 до 1000 мм². Нас будут интересовать сечения от 0.35 (минимальное сечение для присоединения бытовых электроприборов) до 16 мм².

Сечения жил изменяются по стандартным рядам: 0.35; 0.5; 0.75; 1.0; 1.2 (только медные); 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0; 8.0; 10.0; 16.0 мм² — медные, алюминиевые и алюмомедные жилы.

Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) установлены **минимальные сечения применяемых жил** для зданий в мм². Они составляют:

1/2,5 мм² — для линии групповой и распределительной сетей;

2,5/4,0 мм² — для линии до квартирных щитков с расчетным счетчиком;

4,0/6,0 мм² — для питающей сети и стояков.

Здесь в числителе указаны в мм² сечения медных жил, в знаменателе — алюминиевых и алюмомедных.

По условиям механической прочности ПУЭ установлены также **наименьшие сечения S (или диаметр d) проводов** для ответвлений от воздушных линий к вводам в дома. Они равны: для медных проводов, а также для проводов с несущим тросом 4 мм² в пролете до 10 м или 6 мм² в пролете до 25 м. Диаметр стальных и биметаллических проводов должен быть 3 и 4 мм, соответственно. Сечение проводов из алюминия и его сплавов — 16 мм².

При относительно малых значениях тока сечение жил определяется механической прочностью проводника, особенно в винтовых контактных зажимах. Исходя из этого, сечение медной жилы не должно быть меньше 1 мм², алюминиевой — 2 мм².



Совет.

По сечению проводов полезно проверить, согласуются ли они с максимальной фактической нагрузкой, а также током защитных предохранителей или автоматического выключателя. При этом надо знать, что нагрузка не должна превышать 1 кВт на 1,57 мм² сечения жилы.

Провода. Определения и обозначения

Определения

Провода — изделия, содержащие одну или несколько скрученных проволок или одну и более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладки имеется легкая металлическая оболочка, обмотка и оплетка из волокнистых материалов или проволоки. Провода могут быть голыми и изолированными.

Установочные провода — провода для электрических распределительных сетей низкого напряжения.

Голыми называются провода, у которых поверх токопроводящих жил отсутствуют защитные или изолирующие покрытия. Голые провода марок ПСО, ПС, А, АС и др. применяются, как правило, для воздушных линий электропередач.

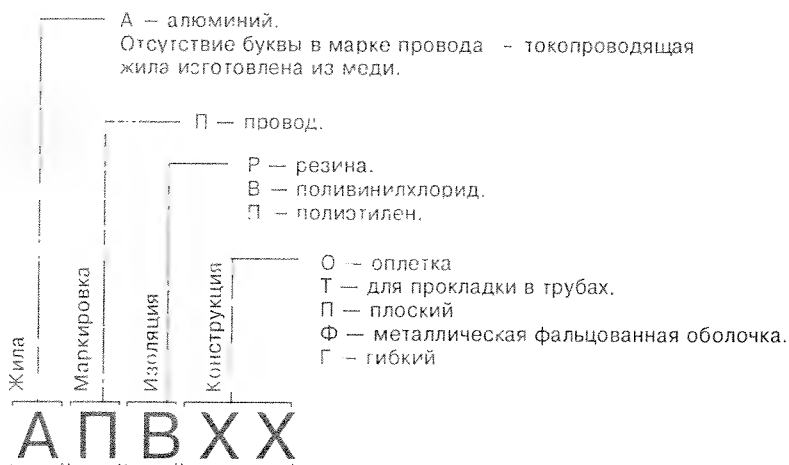
Изолированными называются провода, у которых токопроводящие жилы покрыты изоляцией, а поверх изоляции имеется оплетка из хлопчатобумажной пряжи или оболочка из резины, пластмассы или металлической ленты. Изолированные провода могут быть как защищенными, так и незащищенными.

Защищенными называются изолированные провода, имеющие поверх электрической изоляции оболочку, предназначенную для герметизации и защиты от внешних климатических воздействий. К ним относятся провода марок АПРН, ПРВД, АПРФ и др.

Незащищенными называют изолированные провода, не имеющие поверх электрической изоляции защитной оболочки (провода марок АПРТО, ПРД, АППР, АППВ, ППВ).

Марка провода (кабеля) — это буквенное обозначение, характеризующее материал токопроводящих жил, изоляцию, степень гибкости и конструкцию защитных покровов. В обозначении проводов установлены определенные правила.

Буквенное обозначение установочных проводов

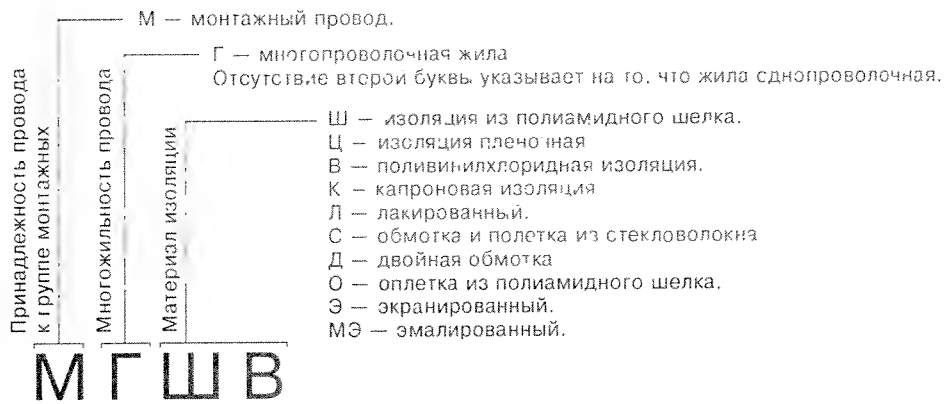


Монтажные провода

Для фиксированного, а также гибкого монтажа электропроводок на щитах и панелях применяют **монтажные провода**. Токоведущие жилы монтажных проводов и кабелей изготавливают из медной проволоки. Когда от монтажных проводов требуется повышенная гибкость, их жилы изготавливают из тонких проволок, свитых друг с другом.

В монтажных проводах высокой нагревостойкости (200...250°C) применяют никелированные медные жилы, во всех остальных — медные луженые. Выпускают монтажные провода с волокнистой и волокнисто-пластмассовой изоляцией.

Буквенное обозначение монтажных проводов



Примеры.

- МГШ — многопроволочный, гибкий, в оплетке из полиамидного шелка.
- МГСТ — многопроволочный, гибкий, в обмотке и в оплетке из стекловолокна, лакированный.
- МШВ — однопроволочный с шелковистой и поливинилхлоридной изоляцией.

Разновидности проводов

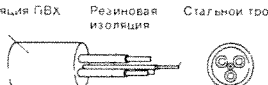
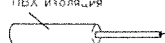
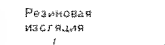
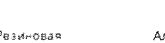
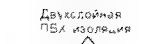
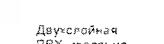
Основные характеристики проводов

Характеристика	Проводник	Марка	Сечение, мм ²	Число жил
Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией	Алюминий	АМПВ	1...10	1
Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но плоский с разделительным основанием	Алюминий	АМППВ	1,5...6	2; 3
Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией	Алюминий	АПВ	2,5...120	1
Провод с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием	Алюминий	АППВ	2,5...6	2, 3
Провод с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский, без разделительного основания	Алюминий	АППВС	2,5...6	2; 3
Провод с алюминиевой жилой, не распространяющей горение, резиновой изоляцией и разделительным основанием	Алюминий	АППР	2,5...10	2, 3; 4
Провода с алюминиевой жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи пропитанной противогнилостным составом	Алюминий	АПР	2,5...120	1
Провод с алюминиевыми жилами и резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Алюминий	АПРВ	2,5...16	1; 2

Характеристика	Проводник	Марка	Сечение, мм ²	Число жил
Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией	Алюминий	АМПВ	1...10	1
Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но плоский с разделительным основанием	Алюминий	АМППВ	1,5...6	2; 3
Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией	Алюминий	АПВ	2,5...120	1
Провод с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием	Алюминий	АППВ	2,5...6	2; 3
Провод с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский без разделительного основания	Алюминий	АППВС	2,5...6	2; 3
Провод с алюминиевой жилой, не распространяющей горение, резиновой изоляцией и разделительным основанием	Алюминий	АППР	2,5...10	2; 3; 4
Провод с алюминиевой жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Алюминий	АПР	2,5...120	1
Провод с алюминиевыми жилами и резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Алюминий	АПРВ	2,5...16	1; 2
Провод с алюминиевой жилой и резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке	Алюминий	АПРН	2,5...120	1
Провод с алюминиевой жилой и резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами, в негорючей оплетке из хлопчатобумажной пряжи	Алюминий	АПРН	2,5...120	1
Провод с алюминиевой жилой и резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Алюминий	АПРТО	2,5...210 2,5...10 2,5	1; 2; 3; 7; 10; 14
Провод с алюминиевыми жилами и резиновой изоляцией, в металлической фальцованной оболочке из сплава АМЦ	Алюминий	АПРФ	2,5...4	1; 2; 3
Провод с медной жилой, в негорючей оплетке из хлопчатобумажной пряжи	Медь	АР	0,5...4	1
Провод с медной жилой, в негорючей оплетке из хлопчатобумажной пряжи, но в двухжильной общей оплетке	Медь	АРД	0,5...0,75	2
Провод с алюминиевыми жилами и резиновой изоляцией с несущим тросом	Алюминий	АРТ	2,5...4 4...6	2; 3
Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но с луженой жилой	Медь	ВВ-Л	6	1
Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией	Медь	ПВ-1	0,5...95	1
Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но гибкий	Медь	ПВ-2	2,5...95	1
Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но повышенной гибкости	Медь	ПВ-3	0,5...95	1
Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но особой гибкости	Медь	ПВ-4	0,5...10	1
Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией, для прокладки в трубах	Медь	ПВТО	1...95	1
Провод с медными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием	Медь	ППВ	0,75...4	2; 3

Характеристика	Проводник	Марка	Сечение, мм ²	Число жил
Провод с медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Медь	ПР	0,75...120	1
Провод с медными жилами, резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке	Медь	ПРВ	1...10	1; 2
Провод с медными жилами, гибкий, резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Медь	ПРВД	1...6	2
Провод гибкий, с медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Медь	ПРГ	0,75...120	1
Провод гибкий, с медной жилой и резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	Медь	ПРГИ	0,75...120	1
Провод медный гибкий, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, покрытой лаком	Медь	ПРГЛ	0,75...70	1
Провод гибкий, с медной жилой, резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке	Медь	ПРГН	1,5...120	1
Провод гибкий с резиновой изоляцией в непропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи	Медь	ПРД	0,75...6	2
Провод гибкий, с резиновой изоляцией, в оплетке из лавсановых нитей	Медь	ПРДШ	0,75...6	2
Провод с медной жилой и резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	Медь	ПРИ	0,75...120	1
Провод с медной жилой, в защитной оболочке из кремнийорганической резины, повышенной твердости, термостойкий	Медь	ПРКА	0,2...2,5	1
Провод с медными жилами, изоляцией из кремнийорганической резины в оплетке из стеклонитей, но в оплетке из лавсановых нитей	Медь	ПРКЛ	0,75...2,5	1; 2
Провод с медными жилами, изоляцией из кремнийорганической резины в оплетке из стеклонитей, покрытой теплостойкой эмалью, термостойкий	Медь	ПРКС	0,75...2,5	1; 2
Провод с медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, покрытой лаком	Медь	ПРЛ	0,75...6	1
Провод с медными жилами, резиновой изоляцией, в резиновой оболочке и оплетке из стальных оцинкованных проволок	Медь	ПРН	1...95	1; 2; 3
Провод с медной жилой, резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке	Медь	ПРН	1,5...120	1
Провод с медными жилами, резиновой изоляцией, в металлической фальцованной оболочке из сплава АМЦ	Медь	ПРРН	1...95	1; 2; 3
Провод с медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Медь	ПРТО	1,5...10	1; 2; 3
Провод с медными жилами, резиновой изоляцией, в оплетке из стальных оцинкованных проволок	Медь	ПРФ	1...4	1; 2; 3
Провод с медными жилами, резиновой изоляцией, но в фальцованной оболочке из латуни	Медь	ПРФЛ	1...4	1; 2; 3

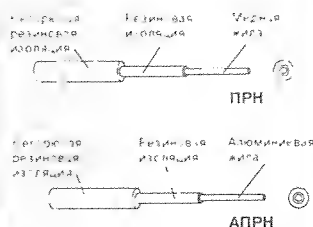
Круглые установочные провода

АРТ и АВТ		
Назначение	• Наружная прокладка вводов в жилые дома и хозяйственные постройки	
Конструкция и особенности	• Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В. • Провода имеют алюминиевые жилы и несущий трос. • Различаются материалом изоляции: АРТ — резиновая изоляция, АВТ — изоляция ПВХ. • Минимальное сечение жил 2,5 мм². • Число жил 2...4 (АРТ) и 2 или 3 (АВТ).	
 РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ СТАЛЬНЫЙ ТРОС АРТ (2...4 жилы)  ИЗОЛЯЦИЯ ПВХ РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ СТАЛЬНЫЙ ТРОС АВТ (2 или 3 жилы)		
ПРД и ПРВД		
Назначение	• Монтаж в квартирах на роликах	 Оплетка из хлопчатобумажной пряжи РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ПВХ-ОБОЛОЧКА МЕДНЫЕ ЖИЛЫ МНОГОПРОВОЛОЧНЫЕ ПРД  РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ МЕДНЫЕ ЖИЛЫ МНОГОПРОВОЛОЧНЫЕ ПРВД
Конструкция и особенности	• Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В. • Свиты из двух гибких проводов. Медная жила каждого из них состоит из многих медных проволочек, изолирована резиной и в проводах ПРД защищена оплеткой из хлопчатобумажной пряжи. • Провода ПРВД вместо оплетки имеют ПВХ-оболочку. • Минимальное сечение жил проводов ПРД 0,75 мм², ПРВД 1,0 мм².	
ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3 и ПВ-4		
Назначение	• Прокладка в пустотных каналах негорючих строительных конструкций • Монтаж силовых и осветительных сетей	 ПВХ ИЗОЛЯЦИЯ МЕДНАЯ ЖИЛА
Конструкция и особенности	• Рассчитаны на номинальное напряжение 380 или 660 В. Одножильные. • Провода различаются степенью гибкости: ПВ-1 (стандартной гибкости), ПВ-2 (гибкий), ПВ-3 (повышенной гибкости), ПВ-4 (особо гибкий). • Медная жила имеет ПВХ-изоляцию. • Минимальное сечение жил проводов ПВ-1, ПВ-3 и ПВ-4 0,5 мм²; ПВ-2 2,0 мм². • Два или три провода сечением 0,75 или 1,5 мм² могут быть свиты для монтажа на роликах	
ПРИ и АПРИ		
Назначение	Прокладка в сухих и сырых помещениях	
Конструкция и особенности	• Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В. • Провода марки ПРИ имеют медную жилу, а марки АПРИ — алюминиевую. • Жила имеет резиновую изоляцию, которая обладает защитными свойствами, т.е. допускает воздействие на провод химически активной окружающей среды, дезинфицирующих веществ и аэрозолей. Минимальное сечение жил проводов ПРИ — 0,75 мм², АПРИ — 2,5 мм².	 РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ МЕДНАЯ ЖИЛА ПРИ  РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ АЛЮМИНОВАЯ ЖИЛА АПРИ
АПВ и АМПВ		
Назначение	• Прокладка в трубах, пустотных каналах негорючих строительных конструкций. • Монтаж силовых и осветительных сетей	 ДУВХСЛОЙНАЯ ПВХ ИЗОЛЯЦИЯ АЛЮМИНОВАЯ ЖИЛА АПВ  ДУВХСЛОЙНАЯ ПВХ ИЗОЛЯЦИЯ АЛЮМОМЕДНАЯ ЖИЛА АМПВ
Конструкция и особенности	• Рассчитаны на номинальное напряжение 380 или 660 В. • Провода марки АПВ имеют алюминиевую жилу, а марки АМПВ — алюмомедную. • Жила имеет двухслойную ПВХ-изоляцию. • Минимальные сечения жил проводов АПВ — 2,0 мм², АМПВ — 1,5 мм².	

ПРН и АПРН

Назначение • Прокладка в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и на открытом воздухе

Конструкция и особенности • Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В
• Провода марки ПРН имеют медную жилу, а марки АПРН — алюминиевую
• Жила имеет резиновую изоляцию и негорючую резиновую оболочку
• Минимальное сечение жил проводов ПРН — 1,5 мм², АПРН — 2,5 мм²



ПРФ (ПРФЛ) и АПРФ

Назначение • Открытая прокладка в сухих помещениях непосредственно по несгораемым и трудно-сгораемым конструкциям

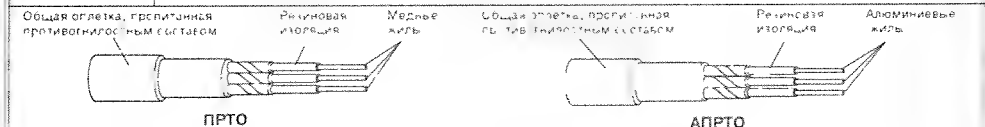
Конструкция и особенности • Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В
• Трубчатые провода марки ПРФ (ПРФЛ) имеют медную жилу, а АПРФ — алюминиевую жилу
• Выпускаются одно-, двух- и трехжильными.
• Жила изолирована резиной. Поверх жил наложена пленка или прорезиненная тканевая лента. Металлическая фальцованная (т.е. со швом) оболочка предохраняет жилы от небольших механических повреждений
• Оболочка проводов ПРФ и АПРФ выполнена из сплава АМЦ, а проводов ПРФЛ из латуни.
• Минимальное сечение жил проводов ПРФ и ПРФЛ — 1,0 мм², а провода АПРФ — 2,5 мм².
• Шов металлической оболочки при вертикальной прокладке должен быть обращен в сторону опорной поверхности; при горизонтальной прокладке — направлен вверх.
• Изгибают трубчатые провода с помощью специальных клещей



ПРТО и АПРТО

Назначение • Прокладка в несгораемых трубах. На участках «проводки» где требуется гибкость, применяют вместо труб гибкие металлические рукава

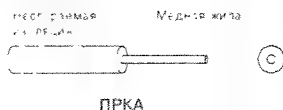
Конструкция и особенности • Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.
• Провода марок ПРТО (с медными жилами) и АПРТО (с алюминиевыми жилами) имеют резиновую изоляцию и общую оплетку, пропитанную противогнилостным составом.
• Число жил 1, 2, 3 и 7.
• Минимальное сечение жилы одножильного провода марки ПРТО — 0,75 мм², двух- и трехжильного — 1,0 мм², семижильного — 1,5 мм²
• Минимальное сечение жил провода марки АПРТО — 2,5 мм²



ПРКА

Назначение • Фиксированный монтаж внутри осветительной арматуры
• Для питания электроплит, жарочных шкафов и других электрических нагревательных приборов

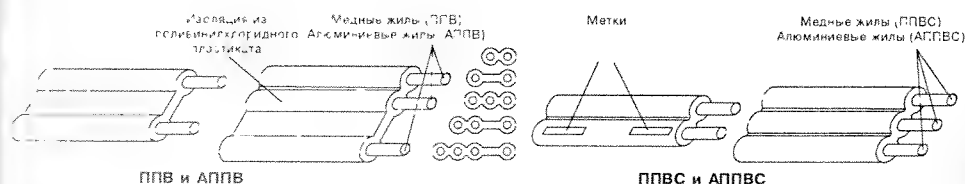
Конструкция и особенности • Рассчитан на номинальное напряжение 380 или 660 В.
• Провод является нагревостойким
• Минимальное сечение медной жилы 0,5 мм²
• Эксплуатация при окружающей температуре от 50°C до +180°C



Плоские установочные провода

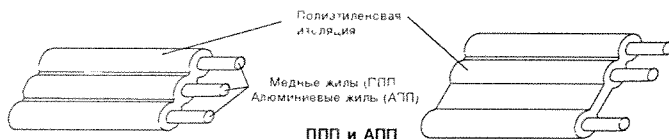
ППВ и ППВС, АППВ и АППВС

назначение	- Монтаж силовых и осветительных сетей в машинах и станках. - Неподвижная прокладка по стенам, перегородкам и перекрытиям (но не на чердаках!), покрытым сухой, гипсовой или мокрой штукатуркой, а также по несгораемым стенам и перегородкам непосредственно поверх обоев или под ними. - Скрытая прокладка под штукатуркой. - Прокладка в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций
конструкция и особенности	- Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В. - Жилы изолированы поливинилхлоридным пластиком ПВХ. Провода выпускаются либо с разделительным основанием (его иногда называют пленкой или перемычкой), либо без разделительного основания. - Провода с разделительным основанием при открытой (но не скрытой!) прокладке прибивают гвоздями с малой шляпкой. - На одном из проводов могут быть продольные метки, чтобы при монтаже легко различить жилы. - Число жил — две или три. - Сечение медных жил (ППВ, ППВС) — $0,75 \dots 4 \text{ мм}^2$, алюминиевых (АППВ, АППВС) — $2,0 \dots 6 \text{ мм}^2$. - Провода марок ППВС и АППВС в настоящее время не выпускаются, так как их изоляция на свету портится. - Открытая прокладка плоских проводов непосредственно по деревянным стенам, перегородкам и потолкам, как правило, не допускается (исключение — провода марки АППР). В случае необходимости провода прокладывают по слою листового асбеста толщиной не менее 3 мм. Асбест должен выступать из-под провода не менее чем на 10 мм с каждой стороны



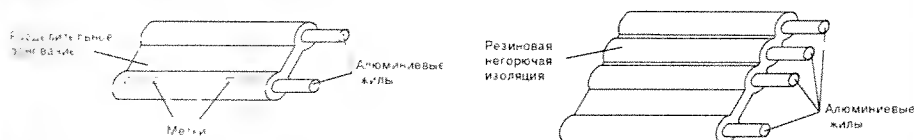
ППП и АПП

Аналогичны проводам марок ППВ и АППВ, но имеют полиэтиленовую изоляцию



АППР

назначение	Прокладка по деревянным основаниям и конструкциям жилых или производственных помещений
конструкция и особенности	- Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В. - Выпускаются двух-, трех- и четырехжильными. - Сечения алюминиевых жил $2,5 \dots 10 \text{ мм}^2$. - Изоляция резиновая не распространяющая горение, с разделительным основанием



АППР (2...4 жилы)

Соединительные шнуры

Шнур — две или более изолированных гибких или особо гибких жил сечением до $1,5 \text{ мм}^2$, скрученных или уложенных параллельно, поверх которых в зависимости от условий эксплуатации могут быть наложены неметаллическая оболочка и защитные покрытия.

Шнуры предназначены для подключения электрических бытовых приборов к электрической сети (например, настольных ламп, пылесосов, электробритв). **Жила** обязательно применяется многопроволочная, кроме того, жилы шнура соединены между собой **скруткой** или **общей оплеткой**.

Соединительные шнуры для бытовых электроприборов и светильников весьма разнообразны. Они могут иметь две, три или четыре медные жилы сечением от $0,35$ до $4,0 \text{ мм}^2$ либо нормальной, либо повышенной гибкости.

Двухжильные шнуры применяют, если корпус прибора (светильника) не требует защитного зануления (заземления). Если зануление требуется, то пользуются трехжильным шнуром.

Сечение зависит от силы тока присоединенного прибора (светильника).



Пример.

Сечения шнуров, применяемых с различными группами электроприборов:

- $0,35 \text{ мм}^2$ — применяется для шнуров к электробритвам;
- $0,5 \text{ мм}^2$ — для настольных ламп, вентиляторов, телевизоров;
- $0,75 \text{ мм}^2$ — для утюгов мощностью до 500 Вт , холодильников, пылесосов.

Наиболее **распространены шнуры:**

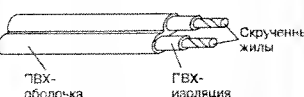
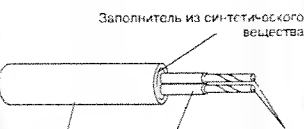
- нагревостойкие для утюгов и электроплиток;
- в непромокаемой оболочке;
- в оболочке золотистого и серебристого цвета для светильников с хрустальными элементами.

Шнуры могут быть белыми, серыми, коричневыми, красными, синими, голубыми, черными, желтыми, цвета слоновой кости.

Длина шнуров нормируется:

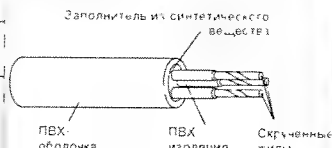
- 2 м — для холодильников, утюгов и бритв;
- 3,5 м — для стиральных машин;
- 6 м — для полотеров и пылесосов.

Шнуры могут быть разделаны как с одного конца, так и с обоих концов, а также армированы неразборными вилками и приборными розетками.

ШПВ-1		
Назначение	Для случаев, когда шнур редко подвергается механическим деформациям	 Скрученные жилы Изоляция из ПВХ-пластика ШПВ-1
Применение	Для радиоприемников, телевизоров, электрических паяльников	
Конструкция и особенности	- Рассчитан на номинальное напряжение 380/380 В. - Гибкий, двухжильный. - Параллельно уложенные жилы изолированы ПВХ-пластиком. - Сечения: 2x0,35...2x0,75 мм²	
ШПВ-2		
Назначение	Для случаев, когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям	 Скрученные жилы Изоляция из ПВХ-пластика ШПВ-2 эластичный
Применение	Для настенных, напольных и настольных светильников, вентиляторов, радиоаппаратуры, кофеварок, чайников, паяльников, грелок, кастрюль, сушилок, удлинителей-разветвителей	
Конструкция и особенности	- Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В. - Шнур эластичный марки ШПВ-2. - Жилы изолированы ПВХ-пластиком. - Сечения: 2x0,35...2x0,75 мм². - В приборах, имеющих в зоне соединения шнура или провода с прибором температуру, превышающую 70°С, должна быть вставка из нагревостойкого шнура или провода	
ШВВП		
Назначение	Для случаев, когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям	 Скрученные жилы ПВХ-оболочка ПВХ-изоляция ШВВП повышенной гибкости (двух- и трехжильный)
Применение	Для настенных, напольных и настольных светильников, вентиляторов, радиоаппаратуры, кофеварок, чайников, паяльников, грелок, кастрюль, сушилок, удлинителей-разветвителей	
Конструкция и особенности	- Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В. - Шнур повышенной гибкости, плоский. - Две или три жилы в ПВХ-изоляции покрыты ПВХ-оболочкой. - Сечения жил: 2x0,35...2x1,0 или 3x0,5 или 3x0,75 мм²	
ШРО		
Назначение	Для случаев, когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям, но требуется его повышенная температурная устойчивость	 Заполнитель из синтетического вещества Оплетка из хлопчатобумажной швейной нитки Резиновая изоляция Скрученные жилы ШРО
Применение	Для утюгов домашнего обихода, кофеварок, чайников, кастрюль, грелок и других подобных приборов	
Конструкция и особенности	- Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В. - Шнур повышенной гибкости, двухжильный и трехжильный. - Имеет скрученные жилы, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной швейной нитки или синтетической нити с заполнением синтетическим волокном. - Сечения: 2x0,35...2x1,0 мм² или 3x0,5...3x1,0 мм²	

ШПС

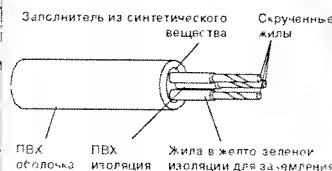
Назначение	• Для случаев, когда шнур должен выдерживать вес подвешенного на него электропотребителя
Применение	• Для светильников, подвешиваемых на электрическом шнуре
Конструкция и особенности	• Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В. • Шнур гибкий • Построен с двумя или тремя скрученными жилами, подвесной, грузонесущий. • Жилы с ПВХ-изоляцией в ПВХ-оболочке • Сечения: $2 \times 0,5 \text{ мм}^2$ или $3 \times 0,5 \text{ мм}^2$ или $3 \times 0,75 \text{ мм}^2$



ШПС, гибкий

ПВС

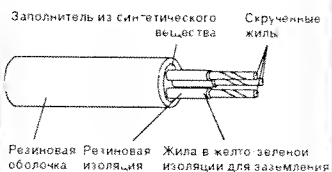
Назначение	• Для случаев, когда провод подвергается истиранию и действию влаги в условиях средних механических воздействий
Применение	• Для полотеров, пылесосов, стиральных машин, электрорадиаторов, удлинителей и разветвителей
Конструкция и особенности	• Рассчитан на номинальное напряжение 380, 660 В • Провод повышенной гибкости. • Построен со скрученными тремя или четырьмя жилами. • Жилы с ПВХ-изоляцией в ПВХ-оболочке. Заполнение синтетическим волокном. • Сечения: $2 \times 0,5 \dots 2 \times 2,5 \text{ мм}^2$, или $3 \times 0,5 \text{ мм}^2$, или $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$ или $4 \times 0,75 \dots 4 \times 2,5 \text{ мм}^2$. • Четвертая (третья) жила желто-зеленого цвета служит для зануления (заземления)



ПВС, особогибкий

ПРС

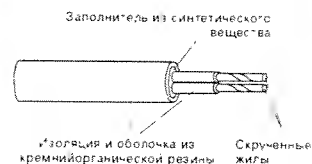
Назначение	• Для случаев, когда провод подвергается истиранию и действию влаги в условиях средних механических воздействий
Применение	• Для полотеров, пылесосов, стиральных машин, электрорадиаторов, удлинителей и разветвителей
Конструкция и особенности	• Рассчитан на номинальное напряжение 380/660 В. • Провод повышенной гибкости. • Построен со скрученными двумя, тремя или четырьмя жилами. • Жилы с ПВХ-изоляцией в резиновой оболочке. Заполнение синтетическим волокном. • Сечения: $2 \times 0,5 \dots 2 \times 2,5 \text{ мм}^2$, или $3 \times 0,5 \text{ мм}^2$, или $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$, или $4 \times 0,75 \dots 4 \times 2,5 \text{ мм}^2$. Кроме того есть сечения $2 \times 4,0 \text{ мм}^2$, $3 \times 4,0 \text{ мм}^2$, $4 \times 4,0 \text{ мм}^2$



ПРС

ШТР

Назначение	• Для случаев, когда шнур подвергается легким механическим деформациям и сильному нагреву
Применение	• Для электрических утюгов домашнего обихода и промышленного применения, электроплиток и других подобных приборов
Конструкция и особенности	• Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В • Шнур повышенной гибкости, нагревостойкий • Построен со скрученными жилами, с изоляцией, заполнением синтетическим волокном в оболочке • Изоляция и оболочка из кремнийорганической резины • Сечения двухжильных шнуров $2 \times 0,5 \dots 2 \times 1,5 \text{ мм}^2$; трехжильных — $3 \times 0,5 \dots 3 \times 1,5 \text{ мм}^2$



ШТР, особогибкий, термостойкий

В табл. 3.1 представлены основные характеристики шнуров и соединительных проводов.

Основные характеристики шнуров и соединительных проводов

Таблица 3.1

Характеристика	Проводник	Марка	Сечение, мм ²	Число жил
Провод гибкий со скрученными жилами, с поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Медь	ПВС	0,5...2,5	2; 3
Провод гибкий со скрученными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, но с резиновой изоляцией и в резиновой оболочке	Медь	ПРС	0,5...4	2; 3
Шнур гибкий со скрученными жилами, в поливинилхлоридной оболочке	Медь	ШВЛ	0,5...0,75	2; 3
Шнур со скрученными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке, подвесной, грузонесущий	Медь	ШПС	0,5...0,75	2; 3
Шнур гибкий со скрученными жилами, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной или синтетической пряжи	Медь	ШРО	0,35...1	2; 3
Шнур повышенной гибкости, термостойкий, со скрученными жилами, изоляцией из кремнийорганической резины в оболочке из кремнийорганической резины	Медь	ШРТ	0,5...1,5	2; 3

Кабели

Определения и обозначения

Кабель — это несколько изолированных проводов в защитной герметичной оболочке. На герметичную оболочку кабеля накладывают несколько слоев защитного покрова, предохраняющего оболочку от коррозии и механических повреждений. Кабель, снабженный поверх защитной оболочки покрытием (броней) из стальных лент, плоской или круглой проволоки, называют **бронированным**. Кабели без брони применяют для прокладки в тех случаях, когда исключается возможность механических повреждений.

На броню накладывают наружный защитный покров, состоящий из битумного состава, пропитанной кабельной пряжи и мелового покрытия. Вместо этого может быть наложен шланг из поливинилхлоридного или полиэтиленового покрытия-пластиката. Кабели без наружного защитного покрытия называют **голыми**. Медные или алюминиевые токопроводящие жилы кабеля изготавливают однопроволочными и многопроволочными.

Монтажные кабели

Кроме монтажных проводов, находят применение монтажные кабели с поливинилхлоридной или с полиэтиленовой изоляцией и дополнительной защитной поливинилхлоридной оболочкой.

Силовые кабели

Силовые кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии в осветительных и силовых электроустановках для устройства кабельных линий.

Кабельной называют линию для передачи электроэнергии, состоящую из одного или нескольких силовых кабелей с соединительными и концевыми муфтами (заделками).

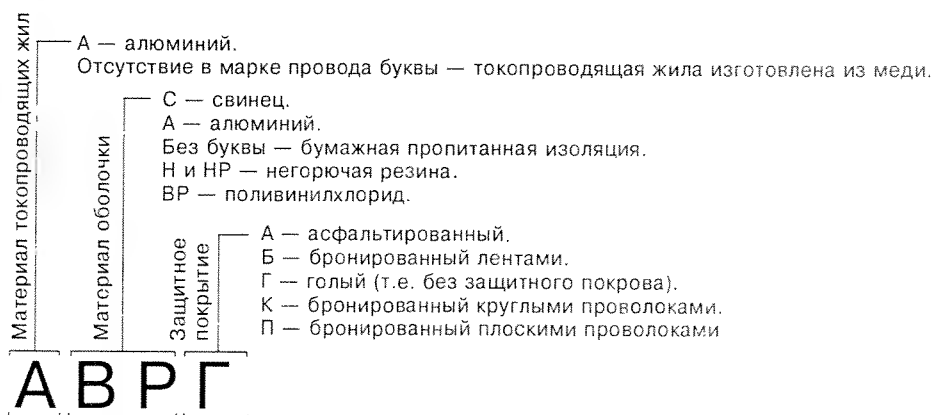
Силовые кабели могут иметь одну, две, три или четыре жилы. Четырех-жильные кабели бывают с жилами одинакового сечения или одна из жил (нулевая или заземляющая) может иметь уменьшенное сечение.

Изоляцию жил силовых кабелей выполняют из резины, пластмассы или из пропитанной изоляционным составом кабельной бумаги. Чаще всего применяют силовые кабели с изоляцией из кабельной бумаги и с пластмассовой изоляцией. У силовых кабелей с бумажной изоляцией изолируют каждую жилу отдельно (изоляция жилы) и все жилы вместе относительно оболочки (поясная изоляция).

Контрольные кабели

Контрольные кабели предназначены для создания цепей контроля, сигнализации, дистанционного управления. Контрольные кабели содержат от 4 до 37 медных или алюминиевых жил с относительно небольшой площадью сечения от 0,75 до 10 мм² и, следовательно, могут быть использованы для передачи небольшой мощности. Выпускают их на переменное напряжение до 660 В или постоянное — до 1000 В.

Буквенное обозначение силовых и контрольных кабелей



Буква К, поставленная в начале марки (или после обозначения алюминиевой жилы), обозначает **контрольный кабель**.

Разновидности кабелей

НРГ и АНРГ	
назначение	Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях при отсутствии механических воздействий на кабель
Конструкция и особенности	- Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В. - Кабели марки НРГ имеют медные жилы, а марки АНРГ — алюминиевые. - Число жил 1...4. - Минимальное сечение: одножильных — 1,0 мм² (НРГ) 4 С мм² (АНРГ) и двух-, трех- и четырехжильных — 2,5 мм². - Жилы изолированы резиной и защищены резиновой оболочкой: маслостойкой и не распространяющей горение.
Резиновая оболочка (маслостойкая, негорючая) Изолирующая пленка Медные жилы (НРГ) Алюминиевые жилы (АНРГ) Резиновая изоляция НРГ и АНРГ	
СРГ и АСРГ	
назначение	Прокладка внутри помещений, не подверженных вибрации, в среде, нейтральной по отношению к свинцу
Конструкция и особенности	- Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В. - Кабели марки СРГ имеют медные жилы, а марки АСРГ — алюминиевые. - Число жил 1...4. - Минимальное сечение: трех- и четырехжильных — 1,0 мм² (СРГ), 2,5 мм² и одно-, двух- и трехжильных кабелей АСРГ — 4 мм². - Жилы изолированы резиной, оболочка свинцовая.
Свинцовая оболочка Резиновая изоляция Медные жилы (СРГ) Алюминиевые жилы (АСРГ) СРГ и АСРГ	
ВВГ и АВВГ	
назначение	Прокладка на открытом воздухе, по защищенным от прямых солнечных лучей трассам
Конструкция и особенности	- Кабели марки ВВГ имеют медные жилы, а марки АВВГ — алюминиевые. - Изоляция и оболочка изготовлены из пластика ПВХ. - Число жил 1...4. - Минимальное сечение: 1,5 мм² (ВВГ) и 2,5 мм² (АВВГ). - Эксплуатация допускается при температуре от 50 до +50°C, при относительной влажности до 98 %.
Защитная оболочка из ПВХ пластика Изоляция из ПВХ пластика Медные жилы ВВГ Алюминиевые жилы АВВГ ВВГ и АВВГ	



Примеры наиболее распространенных кабелей. Для передачи и распределения электрической энергии в осветительных и силовых электроустановках напряжением до 1000 В чаще других применяют силовые кабели марок АВРГ, АНРГ, АВРБГ, АНРБГ, АВВГ, АВВБГ. Из них четыре первые представляют собой кабели с алюминиевыми жилами в резиновой изоляции, а последние две марки принадлежат к кабелям с алюминиевыми жилами в пластмассовой изоляции.

В табл. 3.2. представлены основные характеристики кабелей.

Основные характеристики кабелей

Таблица 3.2

Характеристика	Проводник	Марка	Сечение, мм ²	Число жил
Кабель силовой с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Алюминий	АВВГ	2,5...50	1; 2; 3; 4
Кабель с алюминиевыми жилами, резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке	Алюминий	АВРГ	2,5...30	2; 3; 4
Кабель с алюминиевыми жилами, резиновой изоляцией и негорючей оболочке	Алюминий	АНРГ	2,5...300	1; 2; 3; 4
Кабель силовой с алюминиевыми жилами, полиэтиленовой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Алюминий	АПВГ	2,5...50	1; 2; 3; 4
Кабель с алюминиевыми жилами, резиновой изоляцией в свинцовой оболочке	Алюминий	АСРГ	2,5...240	1; 2; 3; 4
Кабель силовой с медными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Медь	ВВГ	1...50	1; 2; 3; 4
Кабель с медными жилами, резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке	Медь	ВРГ	1...240	1; 2; 3; 4
Кабель с медными жилами, резиновой изоляцией, в резиновой маслостойкой и негорючей оболочке	Медь	НРГ	1...240	1; 2; 3; 4
Кабель с медными жилами, полиэтиленовой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Медь	ПВГ	1,5...50	1; 2; 3; 4
Кабель с медными жилами, резиновой изоляцией в свинцовой оболочке	Медь	СРГ	1...185	1; 2; 3; 4

Как выбрать нужный провод или кабель

Сечение жил в зависимости от нагрузки и материала (медь, алюминий) выбирается по табл. 3.3, составленной на основании «Правил устройства электроустановок».

Рассмотрим вопрос замены проводов, если нет точно необходимого варианта провода, кабеля, шнура.

Учет номинального напряжения

Нужно обратить внимание на номинальное напряжение предлагаемого на замену провода: оно должно быть не меньше напряжения сети.

Примеры.



- Если провода не выходят за пределы квартиры, то номинальное напряжение провода должно быть не ниже 220 В.
- Если же провода выходят за пределы квартиры, то номинальное напряжение провода должно быть не ниже 380 В.

Соотношение токовых нагрузок и минимального сечения провода

Таблица 3.3

Медные изолированные провода		Алюминиевые изолированные провода		Сечение провода мм ²
Открытая проводка	Закрытая проводка	Открытая проводка	Закрытая проводка	
Ток, А	Ток, А	Ток, А	Ток, А	
11	—	—	—	0,5
15	—	—	—	0,75
17	15	—	—	1
23	17	—	—	1,5
30	25	24	19	2,5
41	35	43	28	4
50	42	39	32	6
80	60	60	47	10

Учет материала жил

Нужно обратить внимание на материал жил, имея в виду, что алюминиевые и алюмомедные провода всегда можно заменять медными. Медные провода нельзя заменять алюминиевыми и алюмомедными в следующих случаях:

- если требуется гибкость (гибкие провода обязательно медные);
- если провода присоединяются пайкой, а не винтовыми зажимами.

Учет сечения жил

Нужно обратить внимание на сечение жил. Оно должно соответствовать нагрузке в амперах, т.е. быть не меньше значений, указанных в табл. 3.3.

С другой стороны, сечение должно быть не слишком большим, иначе провод нельзя будет надежно присоединить к выключателям и штепсельным розеткам. Но сечение не должно быть слишком малым, так как тонкий провод трудно зажать: он будет болтаться. Поэтому установлены наименьшие сечения жил для присоединения к винтовым зажимам: 1 мм² — для медных и 2 мм² — для алюминиевых проводов. При сечении 0,75 мм² нужно подложить шайбу. Сечение проводов для воздушного ввода в здание по условиям механической прочности должно быть не меньше указанного выше.

Учет дополнительных условий

Однопроволочные провода всегда можно заменить многопроволочными (гибкими). Кроме того, надо обратить внимание на соответствие вида изоляции условиям прокладки. Так, провода, предназначенные для прокладки в сырых помещениях, можно прокладывать в сухих, но ни в коем случае нельзя в сырых помещениях прокладывать провода, предназначенные только для сухих помещений. Нагревостойкие провода, например, провод марки ПРКА, предназначенный для внутреннего монтажа электроплит, нельзя заменять «обычными» проводами: их изоляция в плите просто сгорит. Далее рассмотрим практические примеры расчетов при выборе необходимых кабелей.

Расчеты при выборе проводов и кабелей

Выбор и проверку проводов и кабелей по допустимому нагреву током нагрузки выполняют так. Определяют мощность питаемого прибора. Если производится, например, расчет групповой осветительной сети, питающей лампы накаливания, расчетную мощность P_p принимают равной сумме мощностей всех ламп на соответствующем участке сети. Затем вычисляют расчетную силу тока. В однофазной цепи ее находят по формуле:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U \cos \varphi},$$

где P_p — расчетная мощность, кВт; U — напряжение, В; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности (если рассчитывается проводка, питающая лампы накаливания или электрические печи, коэффициент мощности принимается равным единице).

Найденное значение I_p не должно превышать значений, установленных ПУЭ для определенной конструкции проводов или кабеля. Выполнение этого условия гарантирует пожарную безопасность и нормируемый срок службы проводки при нормальных неаварийных режимах.

Максимально допустимый ток для данной марки проводника находят с помощью табл. 3.4 и 3.5. Эти таблицы составлены с учетом вида изоляции, площади сечения проводника, числа совместно прокладываемых токопроводящих жил, способов и условий прокладки сети.

Длительно допустимая сила тока для проводов марок:

АПР, АПРТО, АПРВ, АПВ, ПР, ПРТО, ПРВ, ПВ

Таблица 3.4

Площадь сечения жилы, мм ²	Провода, проложенные открыто (А)		Провода, проложенные в одной трубе (А)					
			два одножильных		три одножильных		четыре одножильных	
	Алюминий	Медь	Алюминий	Медь	Алюминий	Медь	Алюминий	Медь
2,5	24	30	20	27	19	25	19	25
4	32	41	28	38	28	35	23	30
6	39	50	36	46	32	42	30	40
10	55	80	50	70	47	60	39	50
16	80	100	60	85	60	80	55	75

Длительно допустимая сила тока для кабелей марок:

АВРГ, АНРГ, АВВГ, АВРБГ, АНРБГ, АВВБГ

Таблица 3.5

Площадь сечения жилы, мм ²	Одножильные, проложенные на открытом воздухе (А)	Двухжильные, проложенные		Трехжильные, проложенные	
		на открытом воздухе (А)	в земле (А)	на открытом воздухе (А)	в земле (А)
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90

Пример расчета провода для питания электроплиты

Пусть предполагается проложить групповую однофазную линию, питающую стационарную кухонную электроплиту Whirlpool мощностью $P = 5,8 \text{ кВт}$. Проводка должна быть выполнена частично открыто, частично в пластмассовой трубе. Необходимо подобрать провода или кабели соответствующих марок и определить площадь их сечения.

Определение характера помещения. Пусть по наблюдениям установлено, что пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь временно, в небольших количествах, а относительная влажность больше 60%, но меньше 75%. Относим помещение к категории влажных.

Определение марки провода. По приведенным в начале главы таблицам устанавливаем, что как непосредственно, так и в пластмассовых трубах во влажных помещениях можно прокладывать провода марок АПВ, АППВ.

Находим там же характеристики этих проводов: АПВ — провод с однопроволочной алюминиевой жилой в поливинилхлоридной изоляции; АППВ — провод плоский с двумя или тремя однопроволочными алюминиевыми жилами, расположенными параллельно, в поливинилхлоридной изоляции.

Определение необходимого числа жил. Известно, что к контактам розетки штепсельного соединения стационарных плит присоединяют три провода (фазный, нулевой рабочий, нулевой защитный). Следовательно, предпочтение отдаем проводу марки АППВ с тремя токоведущими жилами.

Расчет силы тока. Силу тока находим по формуле:

По условию решаемой задачи принимаем $P_p = 5,8 \text{ кВт}$, $U = 220 \text{ В}$, $\cos \varphi = 1$.

$$I = \frac{P_p}{U} \cdot \cos \varphi = \frac{5800}{220} = 27 \text{ А}.$$

Определение площади поперечного сечения жил по силе тока нагрузки. По табл. 3.4 находим, что длительно допустимая сила тока для трех одножильных проводов, проложенных в одной трубе, составляет 28 А, при площади поперечного сечения, равной 4 мм^2 .

По табл. 3.6 находим, что, исходя из требуемой механической прочности проводов, групповые линии сети освещения, штепсельных розеток и распределительные линии силовой сети должны иметь сечение для алюминиевых проводов не менее $2,5 \text{ мм}^2$. Определенное по току нагрузки сечение (4 мм^2) соответствует и требованию механической прочности провода.

Итоги расчетов: электрическую проводку в рассматриваемом случае можно выполнить проводом марки АППВ, трехжильным, с площадью поперечного сечения каждой жилы 4 мм^2 .

Минимальные сечения проводов в жилых и общественных зданиях

Таблица 3.6

Сечение провода, мм ²	Алюминиевые изолированные провода		Медные изолированные провода	
	Открытая проводка	Закрытая проводка	Открытая проводка	Закрытая проводка
	Ток, А	Ток, А	Ток, А	Ток, А
0,5	нет	нет	11	нет
0,75	нет	нет	15	нет
1	нет	нет	17	15
1,5	нет	нет	23	17
2,5	24	19	30	25
4	43	28	41	35
6	39	32	50	42
10	60	47	80	60

Указания в проектах зданий марок кабелей

В проектах после марки указывают число токоведущих жил и их поперечное сечение.



Пример 1. Надписи на электрической схеме вводного устройства для типового здания фермерского хозяйства:

ввод №1 2 АПВГ — (3,95 + 1,35)

ввод №2 2 АПВГ — (3,95 + 1,35)

означают, что используются две линии электропередачи, каждая из которых проложена с помощью двух кабелей АПВГ, четырехжильных, с полиэтиленовой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке (3 жилы имеют площадь сечения по 95 мм², четвертая жила — 35 мм²).

Пример 2. В пояснительной записке к типовому проекту дачного дома даны следующие указания:

- групповая сеть освещения выполняется: скрыто проводом марки АППВС, прокладываемым в пустотах плит перекрытий, под штукатуркой по стенам и перегородкам, в винилпластиковых трубах поверх плит перекрытий при невозможности использования пустот плит перекрытий;
- распределительная сеть выполняется проводом марки АПВ в винилпластиковых и стальных тонкостенных трубах, проводом марки ПВ в стальных тонкостенных трубах. Прокладка труб скрытая в подготовке пола, по стенам и перегородкам в штрабах

По справочникам в этом случае находим, что провод АППВС — провод с поливинилхлоридной изоляцией на 380 В, плоский, трехжильный с алюминиевыми жилами, для скрытой прокладки под штукатуркой; провод АПВ — с алюминиевой токопроводящей жилой, с поливинилхлоридной изоляцией, однопровитный на 380 В, предназначенный для прокладки в трубах, пустотах несгораемых строительных конструкций, в плинтусах.



установочные изделия

Что такое электроустановочные изделия

Электроустановочные изделия — общее название группы устройств, необходимых для комплектации электропроводки. Без них невозможен монтаж электрических проводок. В состав этой группы входят: защитные устройства, выключатели, розетки, патроны для электрических ламп накаливания, патроны для люминесцентных ламп, электрические соединители (удлинительные шнуры, люстровые соединители, штепсельные вилки и т.д.), бытовые светорегуляторы, ответвительные и монтажные коробки.

Электроинструмент, защитные отключающие устройства, разделительные трансформаторы, электрифицированные машины относятся к **электроустановочным аппаратам**.

Электроустановочные изделия, как и вся электропроводка, должны рассчитываться на эксплуатацию 20...30 лет. Однако, из-за ненадежного крепления, повышенных нагрузок, производственных дефектов или неудачной конструкции некоторые из устройств выходят из строя значительно раньше этого срока.

Чаще всего большинство неисправностей возникает в них либо в начальный период от проявления скрытых производственных дефектов, либо после продолжительной работы в результате износа. Для выбора и приобретения новых электроустановочных устройств необходимо знать их основные типы, принципы и допустимые режимы работы, а также надежность выбираемых конструкций.

Маркировка корпусов электроустановочных изделий

Применение изделий в сетях с параметрами, превышающими указанные на их корпусах характеристики, недопустимо. Разрешается применять, например, для сети напряжением 220 В электроустановочные изделия с маркировкой 380 В и 500 В. Однако при этом электроприемники должны соответствовать параметрам сети. На патронах, выключателях и штепсельных розетках указаны наибольшие значения напряжения и тока или мощности.

Маркировка на корпусе схемы и основных рабочих положений

Кроме наибольших значений электрических величин (ток, напряжение, мощность) на выключателях и переключателях показаны схема соединений, а также положения **ВКЛЮЧЕНО** и **ОТКЛЮЧЕНО**. На колодках зажимов вместо номинального тока написано максимальное сечение присоединяемых проводов, например, 4 мм². Устройства, требующие заземления (зануления) корпуса, предназначенные для сырых помещений, у винта для заземления имеют надпись **ЗЕМЛЯ** или знак заземления.

Маркировка на корпусе степени защиты

Электроустановочные изделия выполняют с различными степенями электробезопасности и защиты от посторонних тел, воды, воздействия окружающей среды. Защита от попадания посторонних тел обеспечивается корпусом или оболочкой и обозначается латинскими буквами **IP** и двухзначным числом.

Его **первая цифра** указывает степень защиты токоведущих частей от механического проникновения в них твердых предметов, а **вторая цифра** — от проникновения воды.

Защита от проникновения твердых частиц внутрь конструкции	Защита от влаги	0 — защиты нет
		1 — размером от 50 мм
IP	4	2 — размером от 12 мм
		3 — размером от 2,5 мм
5		4 — размером от 1 мм
		5 — защита от пыли
		0 — защиты нет.
		1 — от вертикально падающих капель
		2 — от капель воды, падающих под углом 15°.
		3 — от наклонно падающих брызг, угол наклона до 60°.
		4 — от крутых брызг.
		5 — от струи воды.
		6 7 8 — более совершенные защиты

Если первая и вторая степени защиты электроустановочного аппарата меньше 2, то их обычно не указывают.

Маркировка на корпусе по условиям электробезопасности

0 — изоляция обеспечивает нормальную работу при номинальных напряжениях и их допустимых отклонениях.

0I — то же, но предусматривает заземление корпуса отдельным проводом, крепящимся к специальному заземляющему зажиму.

7 — то же, предусматривает заземление специальной жилой, размещенной в кабеле или шнуре.

II — наличие двойной или усиленной изоляции, заземление не требуется.

III — для цепей не более 42 В.

Маркировка на корпусе климатического исполнения

У — для районов эксплуатации с умеренным климатом.

УХЛ — для районов эксплуатации с умеренным и холодным климатом.

О — общеклиматическое исполнение (для всех климатических зон, кроме холодных).

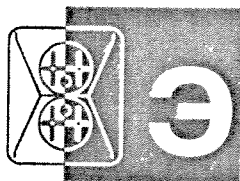
В — всеклиматическое исполнение.

Класс защиты указывается в технической документации изделия.

Классификация основных видов электроустановочных устройств

Таблица 4.1

Вид устройства	Назначение электроустановочного устройства	Макс. значение эл. параметра		
		U, В	I, А	P, Вт
Патроны				
Резьбовые	Установка ламп накаливания и газосрарядных ламп высокого давления, снабженных резьбовыми цоколями типов Е14, Е27 и Е40	250	16	2000
Байонетные	Установка ламп накаливания, снабженных цоколями типов В15, 17, В15/18 и В15/19	250	4	100
Для люминесцентных ламп	Установка люминесцентных ламп, снабженных цоколями типов 5, 10 и 13	250	2,5	80
Для стартеров люминесцентных ламп	Установка стартеров люминесцентных ламп	250	2,5	—
Для проеционных ламп накаливания	Установка кварцевых галогенных ламп накаливания, снабженных цоколями типов 6 35 и 9,5 в кино- диапроекторах и другой аппаратуре	250	4	850
Для трубчатых галогенных ламп накаливания	Установка галогенных ламп накаливания с цоколями типа 7	250	10	2000
Выключатели и переключатели				
Для открытой и скрытой установок	Коммутация электрической цепи	250	10	—
Для установки на проводах	Коммутация электрической цепи	250	2,5	—
Для встраивания в осветительные приборы	Коммутация электрической цепи	250	10	—
Переключатели для скрытой установки	Коммутация электрической цепи	250	6,3	—
Соединители электрические двухполюсные				
Вилочные части электрических соединителей	Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников	250	25	—
Розеточные части электрических соединителей	Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников	250	25	—
Разветвители	Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников	250	6,3	—
Удлинитель-разветвители	Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников	250	6,3	—
Для светильников с люминесцентными лампами	Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников	250	2,5	—
Для светильников с лампами накаливания	Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников	250	10	—
Предохранители однополюсные резьбовые				
Для бытовой электросети	Защита сетей от перегрузок и токов короткого замыкания	380	25	—
Электроустановочные автоматы				
Предохранители автоматические резьбовые	Защита сетей от перегрузок и токов короткого замыкания	250	10	—
Выключатели автоматические	Коммутация электрических цепей и отключение нагрузки через заданное время	250	2,5	—



Электрические соединители

Штепсельные соединения

Назначение

Штепсельные соединения предназначены для включения однофазных и трехфазных электроприборов с номинальными токами до 10 А в сеть напряжением 220 В и до 25 А в сеть 380 В. Сущность электрического соединения состоит в том, что в одной из групп контактного соединения присутствует **пружинный зажим**.

Разновидности

Двухполюсные штепсельные соединения выпускают с цилиндрическими или плоскими контактами, трехполюсные — голько с плоскими контактами. Штепсельные соединения с плоскими контактами имеют меньшие размеры и больший срок службы.

Кроме двухконтактных, применяют штепсельные соединители с двумя питающими и одним заземляющим плоскими контактами, изготавливаемыми как для открытой, так и для скрытой установки, с двумя цилиндрическими питающими и одним плоским заземляющим контактом (рис. 5.1), расположенным в корпусе соединителя, трехполюсные — с тремя питающими и одним заземляющим плоскими контактами (рис. 5.2).

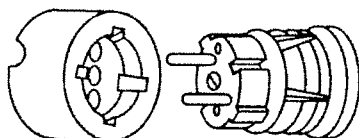


Рис. 5.1. Штепсельный соединитель с двумя цилиндрическими питающими и одним плоским заземляющим контактом

Выпускаются штепсельные розетки (рис. 5.3) для установки над плинтусами (надплинтусные), которые в целях безопасности снабжены поворотной шайбой для подключения вилки только после ее поворота на определенный угол, что повышает их безопасность. Нижняя часть этих розеток выполняет функции ответвительной коробки. Для установки на электротехническом плинтусе применяют специальные штепсельные розетки с плоскими контактами (рис. 5.4), рассчитанные на одновременное подключение двух вилок.

Кроме этого, в некоторых приборах зарубежного производства конструкция вилочного соединителя отличается от отечественной (плоские штифты и т.д.). Для их применения нужно приобрести специальные **переходные устройства** (если их не было в комплекте оборудования).

Изготавливаются как отдельные, так и спаренные (строенные) розетки, предназначенные для одновременного включения нескольких приборов.



Внимание! Суммарная мощность приборов не должна превышать допустимую токовую нагрузку, проставленную на данной розетке.

Для включения электрических приборов в местах, где отсутствует розетка, применяют **удлинители** или **удлинители-разветвители** (на два или три направления). Условия безопасного их применения по классу защиты аналогичны условиям обыкновенного разветвителя. Шнуровую часть удлинителей следует размещать таким образом, чтобы они не создавали помех при перемещениях в квартире.



Внимание! Если в доме есть домашние животные, то не исключены попытки перегрызть шнур удлинителя. Поэтому их нужно прокладывать в местах, недоступных для домашних животных.

Гнезда розеточной части соединителя защищают от доступа детей специальными пробками. Выпускаются также розетки с поворотной крышкой. Для включения вилки в такую розетку необходимо вставить штифты вилки в гнезда крышки и после поворота вилки вместе с крышкой штифты вставляются в токоведущие части розетки. При извлечении вилки из розет-

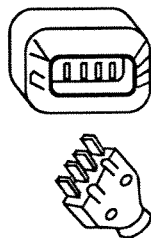


Рис. 5.2. Трехполюсный штепсельный соединитель с тремя питающими и одним заземляющим плоским контактом

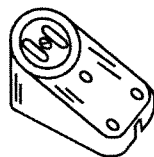


Рис. 5.3. Штепсельная розетка для установки над плинтусом

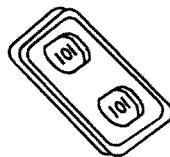


Рис. 5.4. Штепсельная розетка с плоскими контактами для подключения двух вилок

ки крышка под действием пружины возвратится в первоначальное положение, закрывающее токоведущие гнезда. Кроме этих, существуют розетки с откидной крышкой на гнездах.

Для бытовых электроприборов со съемными шнурами применяют специальные приборные штепсельные розетки, у которых нет доступных для прикосновения токоведущих деталей. На одном конце шнур имеет обычную вилку для включения в штепсельную розетку, на другом — штепсельную розетку с глубоко утопленными гнездами. Поэтому даже при включенной вилке не опасно прикасаться к приборной розетке. Розетка надевается на штырьки, торчащие из утюга, чайника и т.п., и полностью закрывает их.

Устройство

В старых конструкциях устойчивости контакта добивались **продольным разрезанием штифта на вилке**. При установке вилки в розетку разрезанные части штифта пружинили, и таким образом контакт уплотнялся. В современных конструкциях штифты вилок изготавливают цилиндрической формы, а уплотнение контакта происходит за счет пружинящих гнезд розетки.



Внимание!

Старые розетки с новыми вилками не создают надежного контакта из-за отсутствия пружинящей части.

Штепсельные соединители состоят из розеточной и штепсельной частей с цилиндрическими, плоскими или комбинированными штифтовыми контактами. Между контактами должно быть определенное расстояние (19 мм для цилиндрических и 12,7 мм для плоских).

Розеточная часть комбинированных штепсельных соединителей (штепсельных розеток) позволяет подсоединять вилочную часть (вилки) как с цилиндрическими, так и плоскими контактами. Вилки, как правило, имеют неразборную конструкцию и запрессовываются на конце шнура, который входит в комплекты бытовых приборов и аппаратов. Для повышения безопасности цилиндрические контактные шнуры неразъемных вилок опрессовывают у основания пластиком на длине 10 мм. Разборные вилки чаще всего используют для комплектации приборов небытового назначения, а также для замены неразъемных вилок, вышедших из строя.

Принцип действия штепсельного соединения

Штепсельные розетки и вилки работают в паре. Поэтому независимо от их внешнего оформления, способа монтажа, установки и крепления они должны соответствовать друг другу. Гнезда розетки и штифты вилок располагаются пространственно соответствующими друг другу (рис. 5.5).

Для розеток с двумя гнездами применяются вилки с двумя штифтами — контактами, для розеток с тремя гнездами — с тремя штифтами.

К розеткам с круглыми гнездами идут вилки с цилиндрическими штифтами, к розеткам с продолговатыми гнездами — вилки с плоскими штифтами. Розетка с фасонными прорезями имеет комбинированные гнезда: к ней подходят вилки как с цилиндрическими, так и с плоскими штифтами. С этой целью в корпусе розетки сделаны фасонные прорези, а к пластинам — неподвижным и изогнутым по форме штифтов — пружинами прижимаются пластины.

Штифты должны плотно входить в гнезда, чтобы обеспечивалось хорошее электрическое соединение и чтобы вилка не выпадала из штепсельной розетки. В вилках с цилиндрическими штифтами это обеспечивается так: штифт сплошной, но гнездо состоит из двух деталей — либо сжимаемых пружиной, либо пружинящих. В розетках для вилок с плоскими штифтами гнезда либо сами пружинят, либо сжимаются цилиндрической пружиной; один ее конец упирается в перегородку основания розетки, другой давит на контактную пластину. Для фиксации плоского штифта в нем сделано углубление (на рисунке не показано), в которое заскакивает выпуклость, имеющаяся в гнезде.

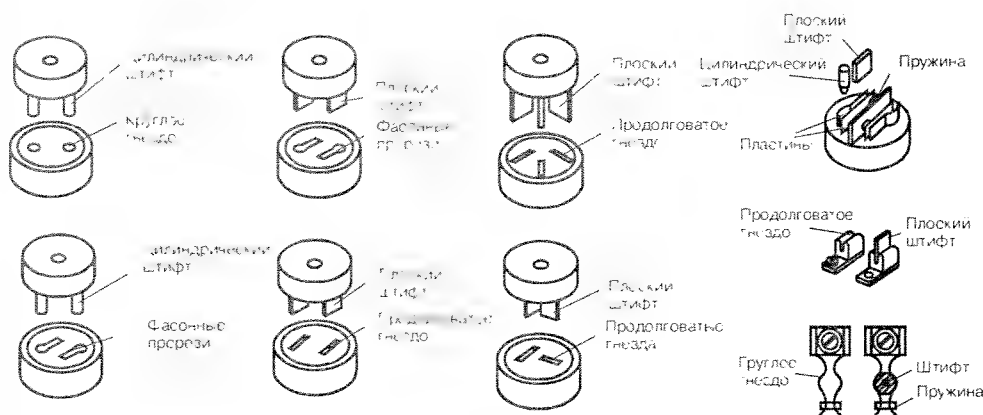


Рис. 5.5. Варианты сочленения штепсельных розеток и вилок

В штепсельных соединениях всегда есть оголенные токоведущие части — **штифты вилок**. Кроме того, в быту вилки часто выполняют **функции выключателя**. Все это вынуждает конструкторов штепсельных соединений принимать надлежащие меры безопасности. Так, в штепсельных соединениях для приборов, требующих заземления (зануления), при включении вилки раньше входит в заземленное (зануленное) гнездо штифт и только после этого в гнезда входят рабочие штифты. При вынимании вилки, наоборот, раньше отключа-

ются короткие рабочие штифты, а затем длинный защитный (заземляющий, зануляющий) штифт. Иными словами, сама конструкция штепсельного соединения исключает возможность подачи напряжения на прибор, если его корпус не заземлен (не занулен). Чтобы вилку можно было включить только правильно (т.е. так, чтобы «земля» попала на корпус прибора), углы, под которыми расположены гнезда, неодинаковы, поэтому соединить это штепсельное соединение можно только одним единственным способом.

На рис. 5.6.б заземляющие (зануляющие) пружинящие пластины на вилке и в розетке расположены сбоку, а рабочие гнезда углублены. Поэтому штифты входят в них после заземления, а выходят раньше, чем заземление снято.

На рис. 5.6.в показана розетка с устройством, предохраняющим от прикосновения к ее контактам. Для этого гнезда закрыты диском. При включении вилку вставляют в отверстия и поворачивают до совпадения отверстий с гнездами. Только после этого происходит соединение. При вынимании вилки пружина возвращает диск в исходное положение (рис. 5.7).

На рис. 5.6.г гнезда закрыты шторками. Вилку вставляют в продолговатые отверстия и передвигают к центру розетки. Шторки скрываются под крышкой розетки (не показано), а штифты входят в гнезда. При вынимании вилки пружины возвращают шторки в исходное положение.

Надо отметить, что постоянные механические нагрузки, которым подвергаются штепсельные соединения при каждом включении и выключении, ставят их в тяжелые условия эксплуатации.

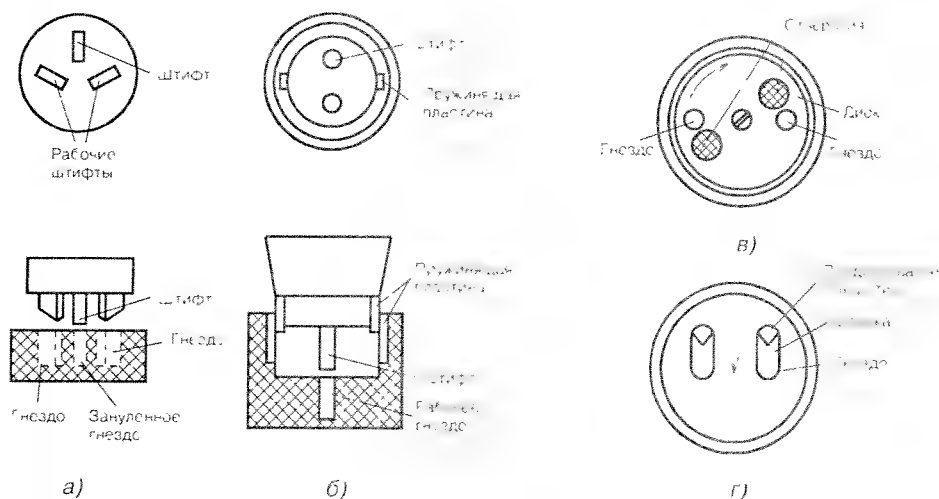


Рис. 5.6. Конструктивные элементы розеток, делающие их безопасными

Конструкция и особенности штепсельных розеток

Принцип автоматического закрывания гнезд поясняет рис. 5.7.д. Пружина давит на выступ (рисунок слева), отверстия не совпадают с отверстиями, поэтому гнезда закрыты. Поворачивая деталь по стрелке, совмещают отверстия и вставляют вилку. При этом выступ, переместившись в паз, сжимает пружину (рисунок справа). Когда вилку вынимают, пружина давит на выступ, возвращая пластмассовую деталь в исходное положение, в результате гнезда закрываются.

Одиночная штепсельная розетка над плинтусом изображена на рис. 5.7.е. Устройство ее видно на рис. 5.7.а...г. Ее особенностью является то, что в обычных условиях доступ к гнездам закрыт.

Чтобы вставить вилку, нужно, как уже отмечалось, повернуть пластину, закрывающую гнезда. Когда вилку вынимают, гнезда автоматически закрываются. На неподвижном пластмассовом чехле (рис. 5.7.а) вокруг винта может поворачиваться пластмассовая деталь с двумя отверстиями для штырьков штепсельной вилки. Труба служит для ввода проводов.

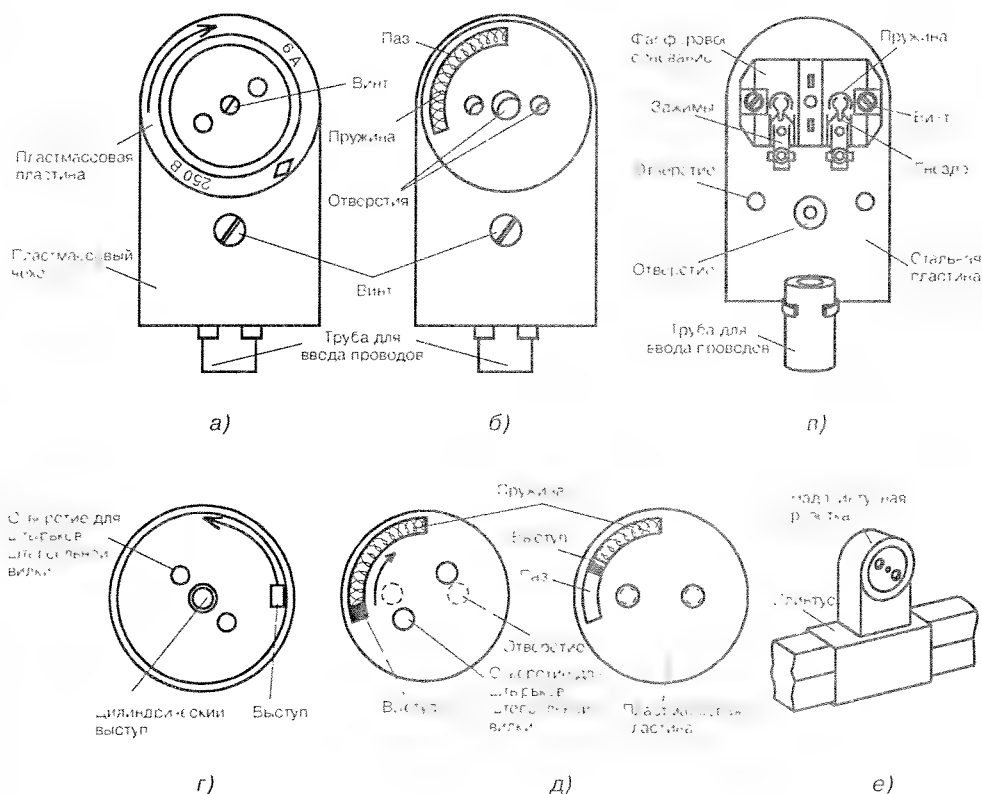


Рис. 5.7. Защищенная надплинтусная розетка

Рис. 5.7.б показывает розетку со снятой пластмассовой пластиной. В пазу видна **пружина**. Отверстия находятся напротив гнезд. В центральное отверстие входит **цилиндрический выступ**, который виден на рис. 5.7.г, где изображена внутренняя сторона пластмассовой пластины. Обратите внимание на выступ, который в собранной розетке входит в паз и при поворачивании пластмассовой пластины сжимает пружину.

Вывернув винт из отверстия, можно снять **чехол** (рис. 5.7.в) и тогда будет видна **стальная пластина**. К ней винтами привинчено фарфоровое основание, на котором укреплены гнезда, сжимаемые пружинами, и зажимы. Для крепления к стене сделаны **отверстия**.

Как видно на рис. 5.8.а, к монтажной скобе винтами привинчены корпус розетки и распорные лапки, а винтом — декоративная крышка. Отверстия в распорных лапках продолговатые и, в зависимости от того, насколько ввинчены винты, расстояние между концами распорных лапок может изменяться от 65 до 75 мм, что и дает возможность прочно закрепить розетку в монтажной коробке или нише.

На корпусе (рис. 5.8.а) укреплены контактные узлы. Штифты вилки проходят через отверстия в крышке (рис. 5.8.б), а крышка фиксируется в нужном положении, так как направляющие выступы крышки входят в отверстия корпуса, а винт проходит через сквозное отверстие (рис. 5.8.г).

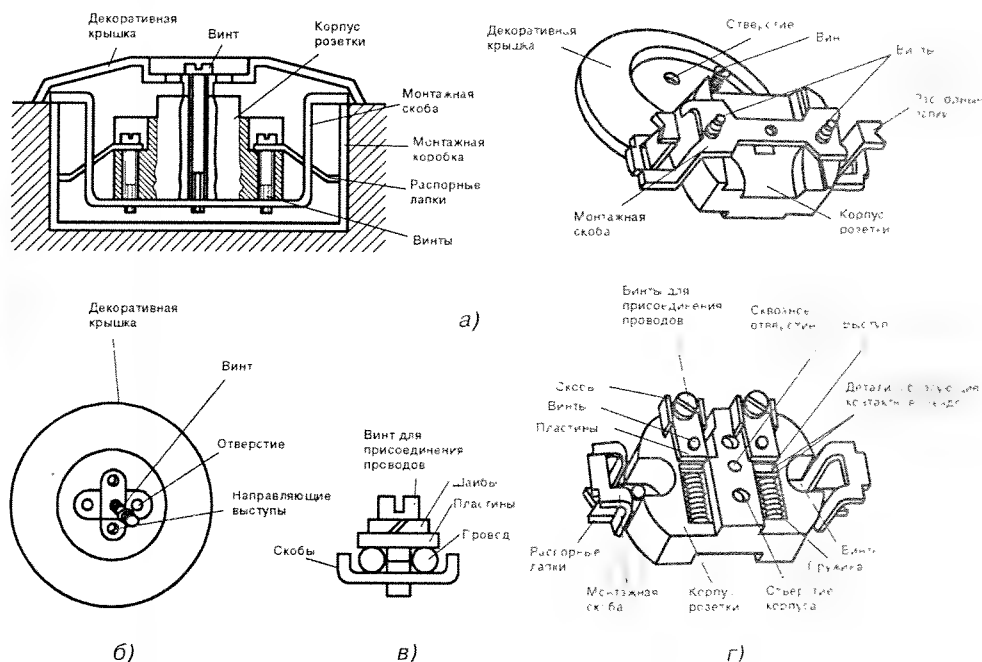


Рис. 5.8. Устройство внутренней розетки

Контактное гнездо образуется двумя деталями. Достаточное нажатие на штифт вилки обеспечивается пружиной. Один ее конец упирается в корпус, а другой — в деталь. Винты проходят через сквозные отверстия в корпусе и ввинчиваются в пластины. Для присоединения проводов служат: винты, пружинящие шайбы и скобы, препятствующие «выдавливанию» провода. Присоединение провода отдельно показано на рис. 5.8.в.

Посмотрим теперь на рис. 5.9, который дает представление о внешнем виде штепсельных розеток типичных исполнений. На рис. 5.9.а,в ясно видны горизонтальные и вертикальные углубления — пазы. На их пересечениях расположены отверстия для штифтов вилки. Эти пазы («ловители») помогают вставлять вилку в темноте.

На рис. 5.9.б показана розетка с **сальниковым (уплотненным) вводом**. Она предназначена для помещений с повышенной влажностью.

Спаренная розетка — на два направления для скрытой установки — изображена на рис. 5.9.в.

Розетка на рис. 5.9.г имеет комбинированные контакты. К этой розетке подходят вилки как с плоскими, так и с цилиндрическими контактами.

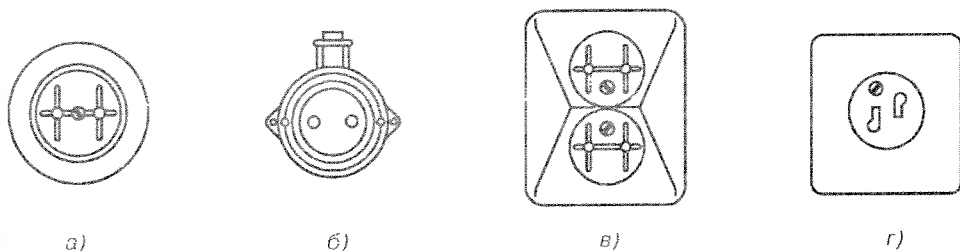


Рис. 5.9. Внешний вид отечественных штепсельных розеток

Штепсельные розетки на ток 25 А с защитными (заземляющими или зануляющими) контактами показаны на рис. 5.10. Две из них — для скрытой (рис. 5.10.а) и открытой (рис. 5.10.б) установки служат для питания электроплит. Отверстия предназначены для штифтов вилки, к которым присоединены питающие провода, отверстие — для заземляющего штифта.

К этим розеткам подходит вилка, показанная на рис. 5.10.д, а на рис. 5.10.в изображен контактный узел розетки. Гнезда для штифтов питающих проводов расположены ниже гнезда, которое служит для заземляющего штифта. Благодаря такому расположению гнезд заземление (зануление) всегда выполняется раньше, чем подается питание, а снимается позже.

Розетки в комплекте с вилками на ток 40 А выпускаются для включения электроплит мощностью 8 кВт. В штепсельной розетке (рис. 5.10.з) на ток 10 А защитные контакты расположены сбоку.



Внимание!

В розетки, рассчитанные на ток 25 и 40 А, нельзя включать (и отключать) вилки под нагрузкой.

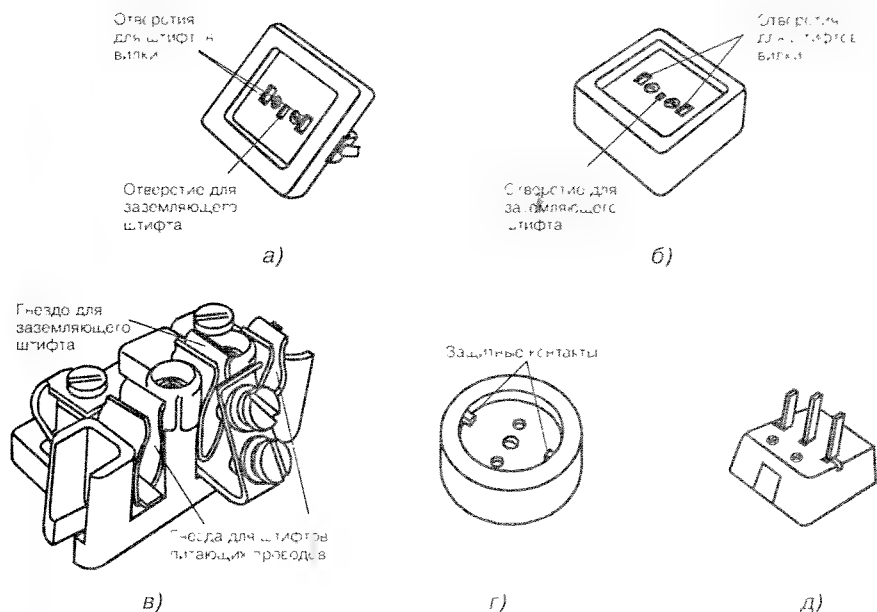


Рис. 5.10. Штепсельные розетки на ток 25 А с защитными (заземляющими или зануляющими) контактами

На рис. 5.11 показаны розетки Eljo Aqua, использующиеся в ванных комнатах и других помещениях с повышенной влажностью. Эти розетки имеют откидную крышку и резиновый ввод.

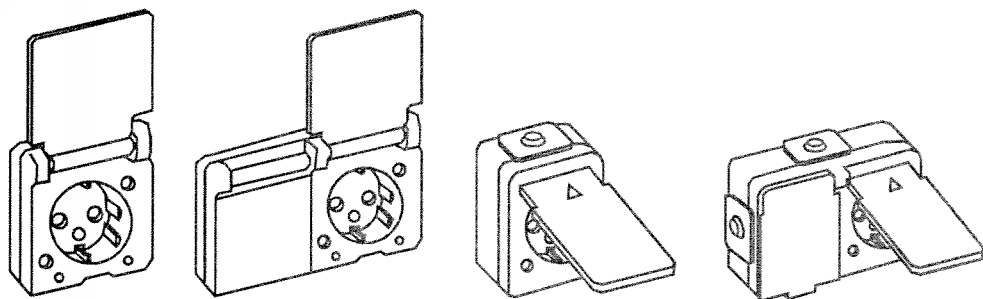
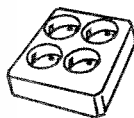
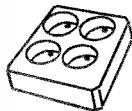


Рис. 5.11. Розетки Eljo Aqua

Внешние блоки силовых розеток



WAC-4EAPG. Внешний блок силовых розеток, с заземляющим контактом, на 4 гнезда, 250 В, 16 А. Предназначена для наружного монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты конструкции 115×104 мм, глубина конструкции 39 мм.

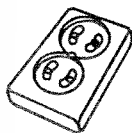


WAC-4EAP. Внешний блок силовых розеток, без заземляющего контакта, на 4 гнезда, 250 В, 16 А. Предназначена для наружного монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты конструкции 115×104 мм, глубина конструкции 43 мм.

Внешние двойные силовые розетки



WAC-2EAPG. Розетка силовая, внешняя, двойная, с заземляющим контактом, 250 В, 16 А, IP40. Предназначена для наружного монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты конструкции 100×84 мм, глубина конструкции 36 мм.



WAC-2EAP. Розетка силовая, внешняя, двойная, без заземляющего контакта, 250 В, 16 А, IP20. Предназначена для наружного монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты конструкции 100×84 мм, глубина конструкции 26 мм.

Внешние одинарные силовые розетки



WAC-1EAPG. Розетка силовая, внешняя, одинарная, с заземляющим контактом, 250 В, 16 А, IP40. Предназначена для наружного монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты конструкции 64×71 мм, глубина конструкции 35 мм.



WAC-1EAP. Розетка силовая, внешняя, одинарная, без заземляющего контакта, 250 В, 16 А, IP40. Предназначена для наружного монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты конструкции 58×65 мм, глубина конструкции 27 мм.

Внутренние двойные силовые розетки



WAC-2EUPG. Розетка силовая, внутренняя, двойная, с заземляющим контактом, 250 В, 16 А. Предназначена для монтажа в кабельные коробки или подрозетники. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты рамки 96×84 мм, глубина конструкции 32 мм. Монтаж розетки осуществляется к коробу или подрозетнику с посадочным местом, соответствующим евростандарту (60 мм).



WAC-2EUP. Розетка силовая, внутренняя, двойная, без заземляющего контакта, 250 В, 16 А. Предназначена для монтажа в кабельные коробки или подрозетники. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты рамки 96×84 мм, глубина конструкции 26 мм. Монтаж розетки осуществляется к коробу или подрозетнику с посадочным местом, соответствующим евростандарту (60 мм).

Внутренние одинарные силовые розетки

WAC-1EUPG. Розетка силовая, внутренняя, одинарная, с заземляющим контактом, 250 В, 16 А, IP20. Предназначена для монтажа в кабельные коробки или подрозетники. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты рамки 84×84 мм, глубина конструкции 32 мм. Монтаж розетки осуществляется к коробу или подрозетнику с посадочным местом, соответствующим евростандарту (60 мм).



WAC-1EUP. Розетка силовая, внутренняя, одинарная, без заземляющего контакта, 250 В, 16 А, IP20. Предназначена для монтажа в кабельные коробки или подрозетники. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты рамки 84×84 мм, глубина конструкции 26 мм. Монтаж розетки осуществляется к коробу или подрозетнику с посадочным местом, соответствующим евростандарту (60 мм).

Внутренние розетки электрические

На рис. 5.12...5.17 представлены виды внутренних электрических розеток.

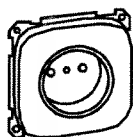


Рис. 5.12.
Розетка одинарная
без заземления

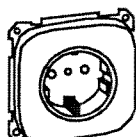


Рис. 5.13.
Розетка
одинарная с
заземлением

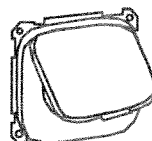


Рис. 5.14.
Розетка одинарная
с заземлением с
крышкой

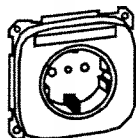


Рис. 5.15. Розетка
одинарная с
заземлением с
маркированной панелью

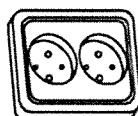


Рис. 5.16. Розетка
двойная без заземления
литая

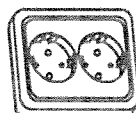
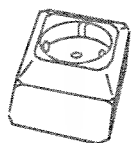


Рис. 5.17. Розетка
двойная с заземлением
литая

Электрические штепсельные розетки



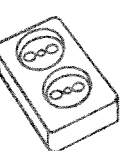
РА6-252 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная для открытой установки на ток 6 А, напряжение 250 В, модификации 252, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 60×60×37.



РА6-123 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная для открытой установки на ток 6 А, напряжение 250 В, модификации 123, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 60×60×37.



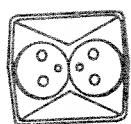
РС6-252 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная для скрытой установки на ток 6 А, напряжение 250 В, модификации 252, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 80×80×34.



РС6-122 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная для скрытой установки на ток 6 А, напряжение 250 В, модификации 252, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 81×81×43.



2РА6-072 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная открытой установки, двухместная, на ток 6 А, напряжение 250 В, модификации 072, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 98×60×37.



2РА36-043 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная открытой установки, двухместная, с защитной шторкой на ток 6 А, напряжение 250 В, модификации 043, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 98×60×37.



2РА6-119 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная открытой установки, двухместная, на ток 6 А, напряжение 250 В, модификации 119, с металлической пластиной или без пластины, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 98×60×37.



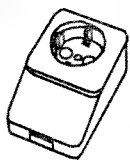
2РС6-071 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная скрытой установки, двухместная на ток 6 А, напряжение 250 В, модификации 071, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 94×80×51.



РА16-251 УХЛ4. Розетка с боковым заземляющим контактом для открытой установки на ток 16 А, напряжение 250 В, модификации 251, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 60×60×48.

РА16-117 УХЛ4. Розетка с боковым заземляющим контактом для открытой установки на ток 16 А, напряжение 250 В, модификации 117, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 60×60×48.

РС16-251 УХЛ4. Розетка с боковым заземляющим контактом для скрытой установки на ток 16 А, напряжение 250 В, модификации 251, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 80×80×47.



РС316-046 УХЛ4. Розетка штепсельная двухполюсная скрытой установки с защитной шторкой на ток 16 А, напряжение 250 В, модификации 046, климатического исполнения УХЛ, категории размещения 4, габаритные размеры 80×80×52.

Защита от проникновения твердых частиц внутрь конструкции

- 0 — защита нет
- 1 — размером от 50 мм
- 2 — размером от 12 мм
- 3 — размером от 2,5 мм
- 4 — размером от 1 мм
- 5 — защита от пыли
- 6 — полная защита от пыли

Защита от влаги

- 0 — защита нет
- 1 — вертикально падающих капель
- 2 — от капель воды падающих под углом 15°
- 3 — от наклонно падающих брызг, угол наклона до 60°
- 4 — от круговых брызг
- 5 — от водяных струй
- 6 — от мощных водяных струй
- 7 — от временного погружения в воду
- 8 — от продолжительного погружения в воду

Защита от пыли

- 0 — защита нет
- 1 — от пыли
- 2 — от пыли
- 3 — от пыли
- 4 — от пыли
- 5 — от пыли
- 6 — от пыли
- 7 — от пыли
- 8 — от пыли
- 9 — от пыли

Поэтому, установив в ванной розетку с повышенной защитой, можно после принятия ванны просушить волосы феном. Но что касается мощных электроприборов, то для их подключения лучше всего использовать розетки с УЗО (устройством защитного отключения).

Конструкция и особенности штепсельных вилок

На рис. 5.18.а показана вилка приспособленная для ввода и крепления шлангового провода, и включается в розетки с цилиндрическими контактами.

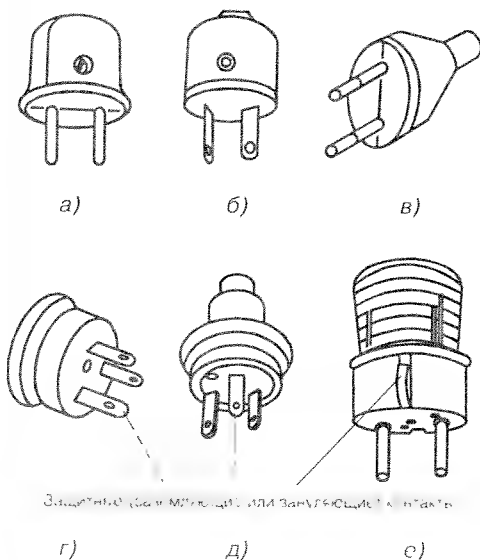


Рис. 5.18. Разновидности штепсельных вилок

На рис. 5.18.б вилка имеет плоские контакты, расположенные под углом 90° ; она предназначена для сетей 42 В и ниже. Отверстия в штифтах служат для фиксации в розетке.

На рис. 5.18.г вилка имеет защитные (заземляющие или зануляющие) контакты, но на рис. 5.18.г,д они плоские, а на рис. 5.18.е — боковые, пружинящие.

Два исполнения вилок с плоскими защитными контактами нужны потому, что вилка на рис. 5.18.г имеет боковой ввод проводов; а у вилки на рис. 5.18.д уплотненный ввод, так как она предназначена для работы в пыльных помещениях.

На рис. 5.18.в показана неразборная вилка, так как она конструктивно является частью провода: провод армирован вилкой.

Обратите внимание на то, что обычно штифты у такой вилки примерно на $2/3$ длины изолированы, что повышает электробезопасность.

В современных конструкциях штифты вилок изготавливают цилиндрической формы, а уплотнение контакта в розетке происходит за счет пружинящих гнезд. Так как розетки устанавливаются в квартире стационарно, а вилок комплектуется каждый электрический прибор, нужно следить за тем, чтобы вилка и розетка были в одинаковом исполнении.



Внимание! Если вилку старой конструкции включить в розетку современного типа, то гнезда розетки сдавят разрезанные штифты вилок. Повторное использование такой вилки станет опасным из-за плохого контактного соединения. Но и старые розетки с новыми вилок не создают надежного контакта.

Учитывая то обстоятельство, что современные бытовые приборы снабжаются вилочной частью нового образца и сравнительно небольшой стоимостью розеток, следует рекомендовать отказаться от эксплуатации старых соединителей. Кроме этого в некоторых приборах зарубежного производ-

ства конструкция вилочного соединителя отличается от отечественной. Для их использования нужно приобрести специальные переходные устройства.

Конструкция и особенности удлинителей

Удлинители созданы для расширения возможностей пространственного размещения и подключения бытовых электрических приборов. Условия безопасного применения требуют, чтобы их шнуровая часть не создавала неудобств при перемещении в квартире, а гнезда розеточной части были защищены от доступа детей.

Удлинитель (рис. 5.19.а) представляет собой шнур, который на одном конце имеет обычную вилку, а на другом — розетку с глубоко утопленными гнездами. **Корпус розетки** приспособлен для включения в него обычной вилки. Гнезда удлинителя на рис. 5.19.в имеют шторки для предохранения от прикосновения к токоведущим частям. Удлинитель (рис. 5.19.г) имеет несколько розеток и выполнен, как рулетка: шнур находится в корпусе и извлекается из него только на необходимую длину.

Удлинители, показанные на рис. 5.19.в,г, могут лежать на полу, а удлинитель рис. 5.19.б можно еще и повесить за ушки. Чтобы провод во время работы удлинителей (рис. 5.19.б...г) не перегревался, его нужно «растянуть».

Распространение в последнее время штепсельных розеток с плоскими штифтами вынудило создать переходные устройства: розетки для перехода с цилиндрических на плоские контакты (рис. 5.19.д) и с плоских — на цилиндрические (рис. 5.19.е). Разветвитель на рис. 5.19.ж не имеет шнура. Его включают непосредственно в розетку.

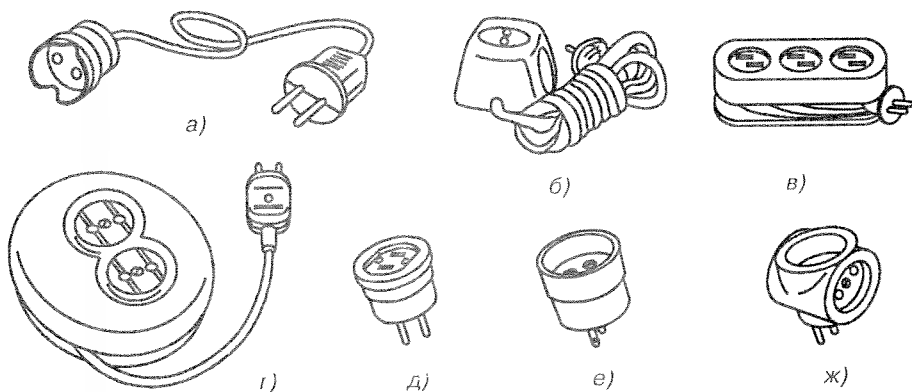


Рис. 5.19. Удлинители, переходники, тройники



В ыключатели и светорегуляторы

Выключатели и переключатели

Назначение

Выключатели и переключатели служат для коммутации электрических цепей освещения и бытовых приборов и предназначены для установки стационарно или в подвесном состоянии:

- для выполнения функций включения/выключения подачи электроэнергии;
- для переключения режимов работы разнообразных бытовых электроприборов;
- для создания оптимального уровня освещения.

Выключатели и переключатели различаются **по числу полюсов** (1 или 2), **исполнению** (защищенные, герметические, в металлическом или пластмассовом корпусе), **назначению** (для открытой проводки и для утопленной установки при скрытой проводке).

Они бывают **различной конструкции**: поворотные, перекидные, одно- и двухклавишные, с тяговым шнурком. Имеющийся в продаже большой диапазон выключателей и переключателей, отличающихся конструктивными особенностями, а также разнообразное внешнее и цветовое оформление позволяет осуществить их подбор в соответствии с назначением, интерьером помещения, обеспечивая вместе с тем удобство и надежность при эксплуатации.

Наибольший нормальный ток выключателей с обыкновенными контактами составляет 6 А, с металлокерамическими контактами — 10 А.

Особенности установки

Место установки выключателей зависит от их конструкции и характера помещения. Выключатели и переключатели для общего освещения устанавливают в доступных местах, обычно на стенах помещений, сбоку от дверных проемов со стороны дверной ручки на высоте не более 1,5 м.

Выключатели для светильников, установленных в сырых и особо сырых помещениях (в том числе и санузлах), рекомендуется выносить в смежные помещения с лучшими условиями среды. Выключатели для светильников, установленных в кладовых, вентиляционных камерах и других нормально запираемых помещениях, как правило, устанавливают перед входом в эти помещения.

В пожароопасных помещениях предусматривается установка выключателей, переключателей пыленепроницаемого исполнения, а при наружных установках — закрытого исполнения. **Во взрывоопасных помещениях** выключатели необходимо устанавливать вне этих помещений.

Конструкция и принцип работы

Выключатель с кнопочным приводом (см. рис. 6.1). В позиции 1 выключатель отключен. Позиция 2 на рисунке показывает, как, благодаря нажатию на кнопку, поворачивается вокруг оси О с помощью толкателя нож, соединяющий выводы, к которым присоединены электрические провода. В позиции 3 кнопка уже отпущена, но нож остался во включенном положении, пружина растянута. Рисунок, изображенный на позиции 4, поясняет процесс отключения: благодаря повторному нажатию на кнопку, поворачивают нож вокруг оси в противоположном от первоначального направлении и выключатель отключается.

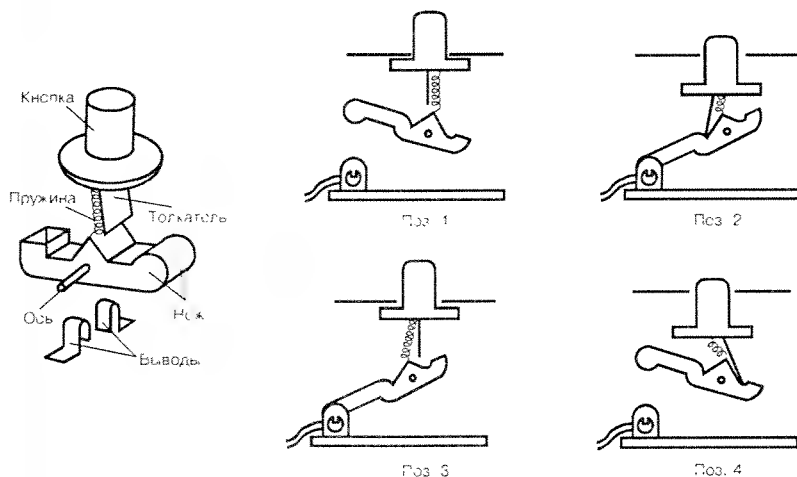


Рис. 6.1. Выключатель с кнопочным приводом

Выключатель, установленный в основание настольной лампы (см. рис. 6.2). Цилиндрическую часть выключателя пропускают сквозь отверстие в панели и, навинчивая обойму, зажимают между шайбами. Защищенные концы проводов вводят в отверстия в корпусе выключателя и зажимают винтами (на рис. 6.2 виден торец только одного винта).

Напольные выключатели с ножным управлением (используются для торшеров и некоторых бытовых приборов). В основание корпуса ножного выключателя (рис. 6.3) вставлен выключатель. Провода закреплены скобками. В крышку вставлена нажимная кнопка.

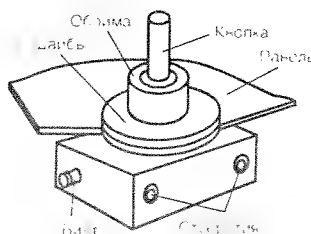


Рис. 6.2. Выключатель, установленный в основание настольной лампы

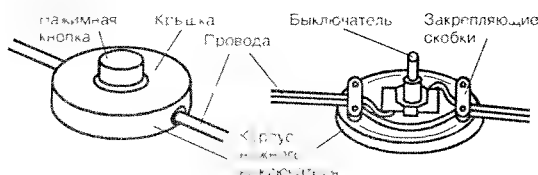


Рис. 6.3. Напольный выключатель с ножным управлением

Выключатели с клавишным приводом

Принцип действия выключателя с клавишным приводом иллюстрирует рис. 6.4.а. Когда клавиша занимает положение, как на рисунке слева, неподвижный и подвижный контакты замкнуты. Чтобы контакты разомкнулись, надо надавить на клавишу. Повернувшись вокруг оси О1, клавиша займет положение, как на рисунке справа: при этом деталь, сжимая пружину, переместится влево и повернет коромысло вокруг оси О2 — контакты разомкнутся. Пружина фиксирует положение коромысла, а также создает контактное нажатие.

Общий вид одного из исполнений выключателя с клавишным приводом дан на рис. 6.4.б. Если отвинтить винты, снять крышку, а затем отвинтить винты, то снимется узел клавиши (рис. 6.4.в). Мы увидим коромысло (оно отдельно показано справа на рис. 6.4.г) и зажимы для присоединения проводов. Один из них соединен с неподвижным контактом, а другой — с опорой, на которой качается коромысло (на рис. 6.4.а эта опора названа осью О2). Скобы, распорные лапки и винты служат для крепления выключателя. Если вынуть ось О1 (рис. 6.4.в), освободить клавишу и разобрать ее, то увидим пружину и деталь.

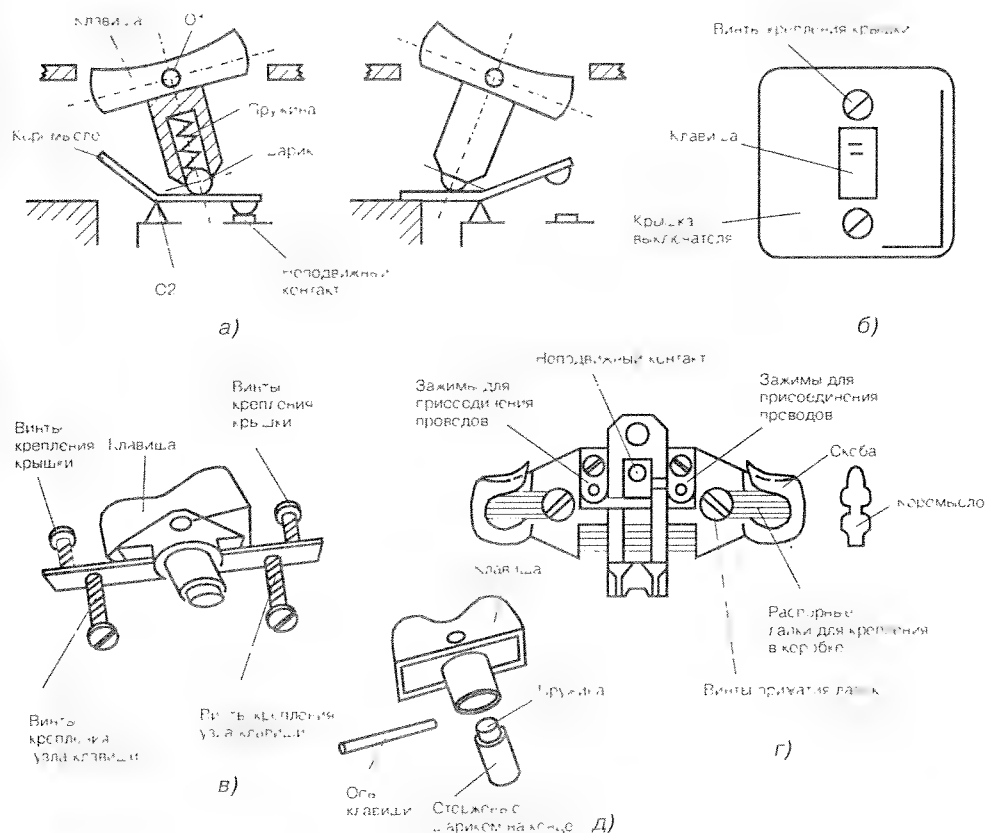


Рис. 6.4. Принцип действия и устройство выключателя с клавишным приводом

На рис. 6.5,а,б показаны выключатели для скрытой установки, на рис. 6.5,в,г — для открытой. Кнопка выключателя рис. 6.5,в покрыта люминофором, который в темноте светится, что создает удобство ее обнаружения в темноте.

Выключатели на две цепи управления люстрой (см. рис. 6.5,г,д). Один выключатель включает одну группу ламп, другой — другую, оба — все лампы люстры.

Выключатель на три цепи (см. рис. 6.6). Он удобен для установки в прихожей, так как в его конструкции одновременно объединены три выключателя, которые могут быть использованы для управления освещением нескольких смежных помещений квартиры. Над кнопками в выключателе нередко имеется пластинка, покрытая люминофором, также светящаяся в темноте.

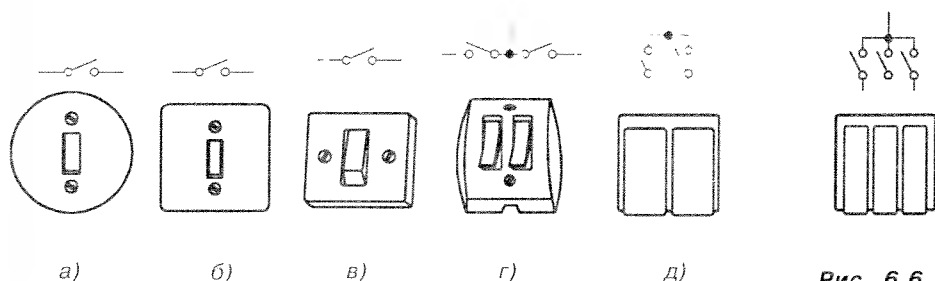


Рис. 6.5. Выключатели с клавишным приводом

Рис. 6.6.
Выключатель на
три цепи

Выключатели с ползунковыми и поворотными конструкциями

Выключатели такого типа имеют преобладающее значение в осветительных сетях и бытовых установках и приборах. Кинематические схемы их могут быть самыми разнообразными.

Перекидные механизмы с пружиной сжатия или пружиной растяжения отличаются друг от друга тем, что перебрасывание контакта происходит под действием растяжения или сжатия специальной пружины. Тип этой схемы — врубной. На рис. 6.7 показана кинематическая схема выключателей с пружиной сжатия, которая приводится в действие тумблерным приводом-рукояткой.

Отключающая винтовая пружина сжатия расположена внутри пластмассовой детали, на которой установлен подвижной коммутирующий контакт в форме П-образной перемычки, изготовленный из латуни. Во включенном состоянии подвижной контакт замыкает два неподвижных контакта, изготовленных из пружинящей бронзы и во включенном положении обеспечивающие необходимое контактное сжатие.

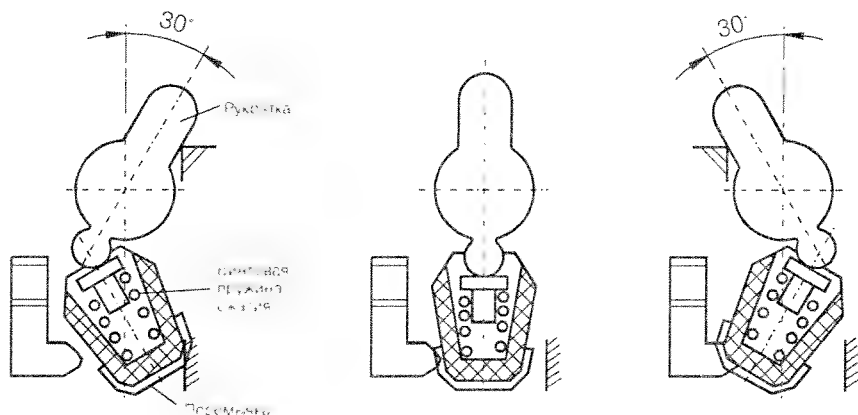


Рис. 6.7. Кинематическая схема выключателей с пружиной сжатия

Аппарат, работающий по такой схеме, имеет три положения: **отключенное**, прохождение рукоятки через **нейтральное** положение — пружина сжимается; **включенное**, после быстрого перебрасывания подвижного контакта к неподвижному под воздействием разжимающейся пружины. Момент замыкания и размыкания коммутирующих контактов не зависит от скорости перекидывания привода-рукоятки, усилия нажатия. Из-за упругости неподвижных контактов возникают сравнительно небольшие вибрации. Выпуск выключателей и переключателей такого типа значительно сокращается.

На рис. 6.8.а показана кинематическая схема выключателей с кулачковым механизмом и приводом перекидного типа. В ней изменены торцевые контакты и плоская пружина (может быть и цилиндрическая). Замыкание и размыкание коммутирующих контактов происходит при перебрасывании рукоятки-кулачка благодаря тому, что плоская пружина с подвижным контактом устанавливается в одном из двух положений — замыкание и размыкание.

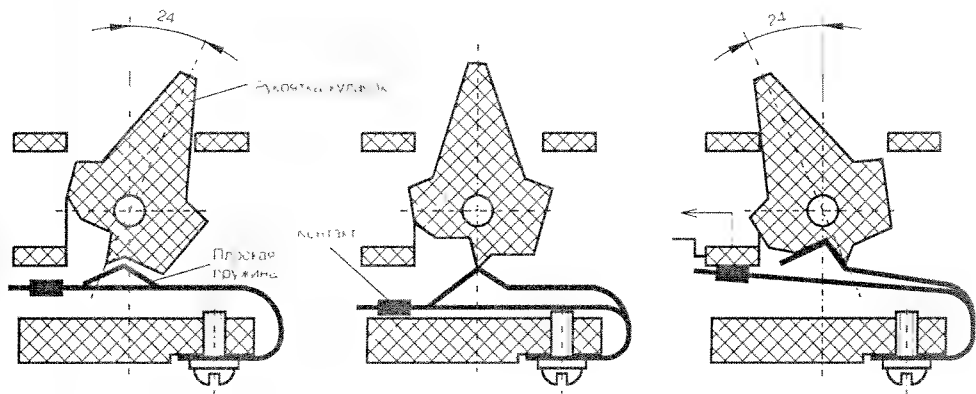


Рис. 6.8.а. Схема выключателей с кулачковым механизмом

На рис. 6.8.б представлен поворотный механизм с эксцентриковым устройством. Он состоит из оси квадратного сечения, которая зажата и фиксируется в нужном положении одной или двумя плоскими (или спиральными) пружинами. Жестко насаженный кулачок, поворачиваясь, выступом нажимает на плоскую пружину контакта, прижимая его к неподвижному контакту. При установке на барабан подвижного контакта с тремя точками касания и трех неподвижных контактов можно получить переключатель на четыре положения.

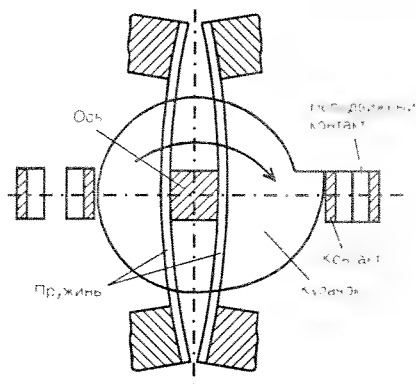


Рис. 6.8.б. Поворотный механизм с эксцентриковым устройством

На рис. 6.9 дана схема двухплечевого качающегося механизма с пружиной сжатия. При нажатии на клавишу перекидная пружина вместе с упорным шариком нажимает на рычаг, с одной стороны которого приварен подвижный контакт, который после перехода шарика через «мертвую точку» над осью рычага соединяется или разъединяется с неподвижным контактом.

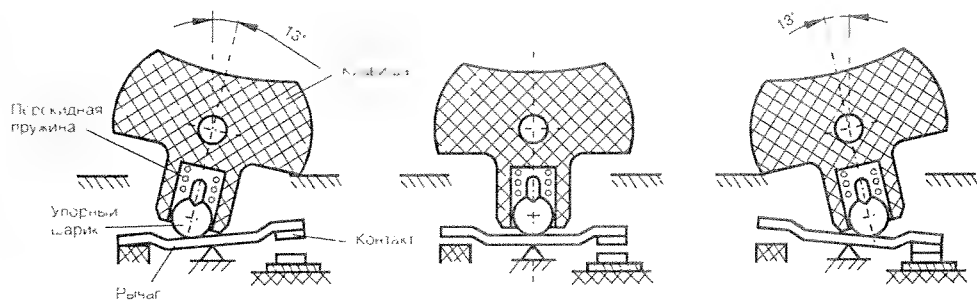


Рис. 6.9. Схема двухплечевого качающегося механизма

На рис. 6.10 показана схема выключателя с одноплечевым качающимся механизмом и пружиной растяжения, которая работает аналогично двухплечевому качающемуся механизму. Здесь пружина растяжения закрепляется на специальной перекидывающейся рамке, пружина перебрасывает рамку с металлокерамическим серебросодержащим или серебряным подвижным контактом в одно из крайних положений, где и происходит его замыкание или размыкание с неподвижным контактом.

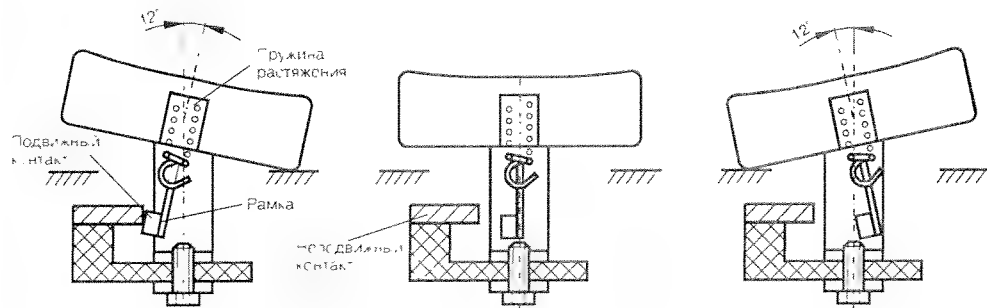


Рис. 6.10. Схема выключателя с одноплечевым качающимся механизмом и пружиной растяжения

Пневматические схемы механизмов удобно рассмотреть на примере **автоматического выключателя**, показанного на рис. 6.11. Здесь при нажатии кнопки давление передается резиновой мембране, замыкаются подвижные и неподвижные контакты. Кроме того, воздух из внутреннего объема удаляется через микрометрический винт, выполняющий роль клапана, а пружина

сжимается. Контакты остаются замкнутыми только то время, пока воздух через калиброванное отверстие не заполнит объем и не выпрямит мембрану, которая передаст давление отключающей пружине, под действием которой контакты размыкаются. Такой выключатель может быть использован как реле времени, которое может иметь выдержку от нуля до трех минут.

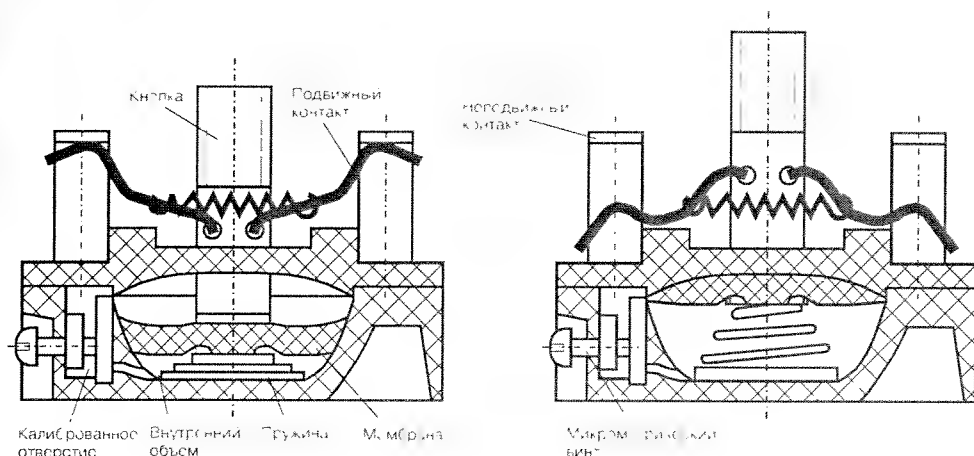


Рис. 6.11. Устройство пневматического выключателя

Переключатели для управления с двух мест (см. рис. 6.12). Как видно из электрической схемы он не имеет отключенного положения: в нем всегда замкнута одна из пар контактов.

Ламповые выключатели (см. рис. 6.13). Устанавливаются непосредственно на электропроводах настольных ламп и других передвижных приборах, потребляющих ток до 1 А. Примеры исполнений даны на рис. 6.13. Провода вводят в корпус выключателя, причем разорванные концы одного провода подключаются к двум замыкаемым контактам, а другой провод проходит транзитом через корпус выключателя. Из корпуса выступает либо цилиндрический толкатель (рис. 6.13.б), либо клавиша (рис. 6.13.а). В положении «Включено» разорванный первый провод соединяется с помощью пружинящих контактов, прижатых к металлическому ободку. В положении «Отключено» ободок опущен, поэтому пружинящие контакты разделяет изоляция.

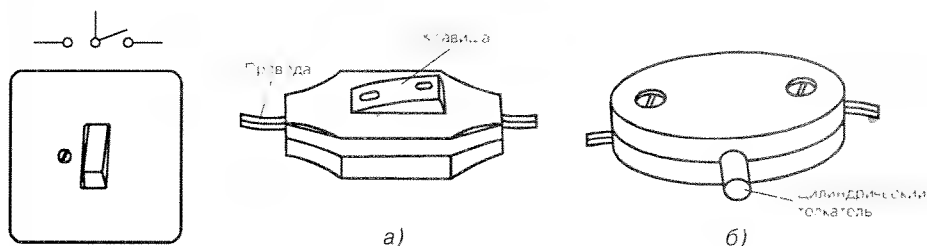


Рис. 6.12. Переключатели для управления с двух мест

Рис. 6.13. Ламповые выключатели

Так как в новых домах провода прокладывают скрыто, часто в пустотах железобетонных плит перекрытий, то выключатели приходится устанавливать под потолками, а штепсельные розетки — у пола над плинтусами. Для этого требуются специальные выключатели и переключатели, а также надплинтусные штепсельные розетки.

Подпотолочный переключатель со шнуровым приводом для открытой установки (см. рис. 6.14.а). Для переключения его нужно потянуть за шнурок. На корпусе укреплены контактные пластины, которые могут соединяться мостиком. Пока за шнурок не тянут, детали механизма занимают положение, показанное на рис. 6.14.б слева. Потянув за шнурок, привязанный к рычажку, надавливают тем самым на выступ детали, благодаря чему поворачивают ось, деталь и обойму с контактным мостиком на 90° (рис. 6.14.б в центре). При этом контакты переключаются, а пружина растягивается, так как она закреплена между неподвижной деталью и повернувшейся деталью.

Отпуская шнурок, освобождают пружину. Пружина, сокращаясь, тянет за собой деталь и рычажок, нижний конец которого заскакивает за следующий выступ детали, благодаря чему механизм оказывается подготовленным к очередному переключению (рис. 6.14.б справа). Корпус переключателя привинчен к пластине винтами. Крепление пластины к стене осуществляется винтами через отверстия. Чехол выключателя привинчивается винтом, для чего в детали сделано отверстие с резьбой. Рис. 6.14.в иллюстрирует последовательность переключения контактов переключателя.

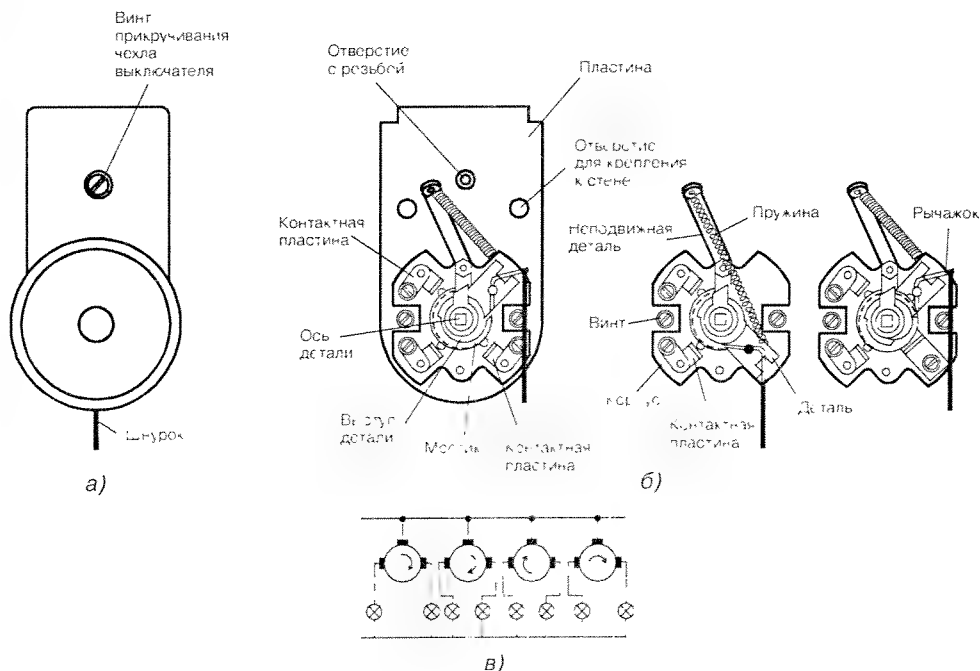


Рис. 6.14. Подпотолочный переключатель со шнуровым приводом для открытой установки

Современные выключатели



WAC-2EAS. Электровыключатель, внешний, двойной, 250 В, 16 А, IP40. Предназначен для внешнего монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты конструкции 84×71 мм, глубина конструкции 28 мм.



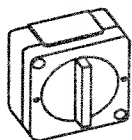
WAC-2EUS. Электровыключатель, внутренний, двойной, 250 В, 16 А, IP40. Предназначен для внутреннего монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты рамки 84×84 мм, глубина конструкции 39 мм. Монтаж выключателя осуществляется к коробу или подрозетнику с посадочным местом, соответствующим евростандарту (60 мм).



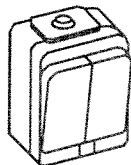
WAC-1EUS. Электровыключатель, внутренний, одинарный, 250 В, 16 А, IP40. Предназначен для внутреннего монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты рамки 84×84 мм, глубина конструкции 39 мм. Монтаж выключателя осуществляется к коробу или подрозетнику с посадочным местом, соответствующим евростандарту (60 мм).



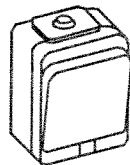
WAC-1EUS. Электровыключатель, внутренний, одинарный, с подсветкой. 250 В, 16 А, IP40. Предназначен для внутреннего монтажа. Изделие соответствует евростандарту. Внешние габариты рамки 84×84 мм, глубина конструкции 39 мм. Монтаж выключателя осуществляется к коробу или подрозетнику с посадочным местом, соответствующим евростандарту (60 мм).



Eljo Aqua
Выключатель
поворотный



Eljo Aqua
Выключатель
двухклавишный



Eljo Aqua
Переключатель
одноклавишный

Светорегуляторы

Назначение

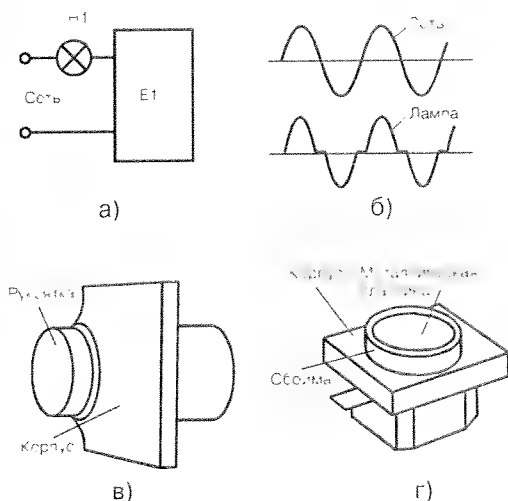
Светорегуляторы изготавливают и применяют вместо выключателей. Они по конструктивному исполнению могут монтироваться в коробку или в комплекте с удлинителем, устанавливаться непосредственно на осветительном приборе. Функциональная принадлежность этого прибора состоит в воздействии на форму кривой питающего напряжения. В результате этого

воздействия усиливают или ослабляют (вплоть до выключения) интенсивность освещенности светильника. Регулировка происходит за счет поворота рукоятки на крышке прибора. Применение светорегуляторов позволяет создавать комфортную световую обстановку и существенно экономить потребляемую электрическую энергию, а также увеличить срок службы электрической лампочки.

Принцип действия

Светорегулятор — бесконтактный прибор, с помощью которого можно плавно регулировать освещенность в пределах от нескольких процентов до практически полной величины. Потери мощности в светорегуляторе не превосходят примерно 1,5% от мощности присоединенной к нему лампы. По сравнению с потерями мощности при других способах регулирования (например, с помощью регулируемого резистора) они ничтожны, благодаря чему применение светорегуляторов весьма перспективно.

Схема включения лампы Н1 через светорегулятор Е1 приведена на рис. 6.15.а. Не вдаваясь в подробности электрической схемы регулятора и принципа ее действия, обратимся к рис. 6.15.б, который наглядно показывает, благодаря чему с помощью светорегулятора можно понизить (по сравнению с номинальным) накал лампы и, стало быть, создаваемую ею освещенность. На рисунке представлены две осциллограммы. Верхняя показывает изменение напряжения в электрической сети, к которой подключены лампа с регулятором, а нижняя — напряжения, подведенного непосредственно к лампе, включенной через светорегулятор при одном из положений рукоятки (рис. 6.15.в) или обоймы (рис. 6.15.г).



Из рисунка видно, что нижняя синусоида оказывается как бы «срезанной» и, следовательно, напряжение на лампе понижено по сравнению с напряжением сети, а это значит, что лампа будет гореть с недокалом.

На рис. 6.15.в дан пример одного из вариантов исполнения такого выключателя. Светорегулятор смонтирован в корпусе и совмещен с выключателем. Для регулирования яркости рукоятку надо вращать, а для включения/отключения — нажимать. Причем, включение и отключение возможны при любом положении рукоятки.

Выпускаются и переносные светорегуляторы, имеющие шнур

Рис. 6.15. Устройство и принцип действия светорегулятора

с вилкой для включения их в сеть и, соответственно, розетку для включения светильника.

Применение светорегуляторов позволяет создавать комфортную световую обстановку и существенно экономить потребляемую электрическую энергию, а также увеличивать срок службы электрической лампочки.

Сенсорный светорегулятор с выключателем

Рис. 6.15.г иллюстрирует одно из исполнений выключателя со светорегулятором, снабженным сенсорным (чувствительным) приводом. В корпусе собрана электронная схема, срабатывающая при прикосновении к металлической пластине. При этом лампа включается. При следующем прикосновении схема возвращается в исходное состояние и лампа гаснет. Яркость регулируют вращением обоймы. Есть также другой способ регулирования яркости: чем длительнее касание к пластине — тем «сильнее срезается» синусоида (см. рис. 6.15.б) и, следовательно, тем меньше яркость.

Сенсорный выключатель

Электрическая схема сенсорного выключателя может быть собрана в основании настольной лампы. Чтобы зажечь (погасить) лампу, достаточно прикоснуться к металлической детали основания. Пример применения **сенсорного выключателя в сушителе для рук** иллюстрирует рис. 6.16. Достаточно поднести руки к сушителю, как автоматически включаются нагреватель и вентилятор, расположенные в корпусе сушителя. При удалении рук от сушителя он автоматически отключается.

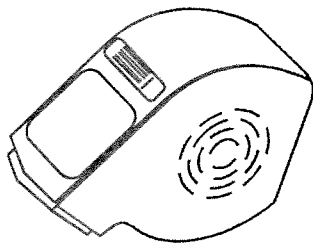
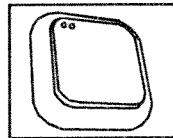


Рис. 6.16.

Современные выключатели, светорегуляторы промышленного производства

Выключатель «Сапфир-2503»



Назначение. Предназначен для расширения возможностей управления освещением. Позволяет плавно регулировать и запоминать выбранный уровень яркости света.

Технические характеристики

Рабочее напряжение 220 В, 50Гц

Минимальная мощность нагрузки 40 Вт

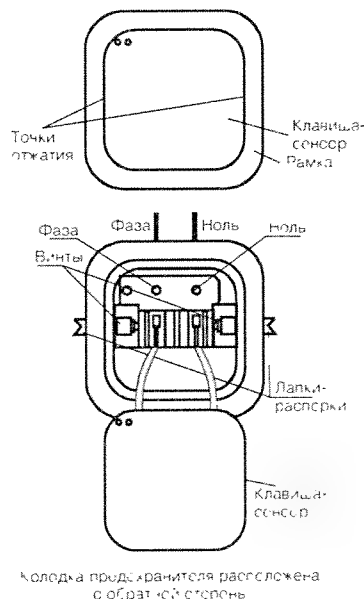
Максимальная мощность нагрузки 400 Вт

Габаритные размеры 80х80х40 мм

Управляется как вручную, так и дистанционно, с использованием любого пульта от бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Имеет систему «мягкого» включения, значительно продлевающую срок службы ламп накаливания. Автоматически отключает освещение по истечении 12 часов. Имеет встроенную систему пассивной охраны, которая позволяет имитировать присутствие человека.

Ручное (сенсорное) управление. Осуществляется касанием всей ладонью (а не одним, двумя пальцами) клавиши-сенсора без усилия. Включение/выключение освещения осуществляется однократным кратковременным касанием клавиши-сенсора. Регулировка яркости освещения — удержанием ладони на клавише-сенсоре. Включение/выключение режима имитации присутствия — многократным (6...8 раз) включением/выключением освещения до подачи звукового сигнала. Интервал между включением/выключением не должен превышать 3 с. Мигание индикатора свидетельствует о включении режима имитации присутствия.

Дистанционное управление. Осуществляется любым пультом ДУ, направленным в сторону выключателя. Для входа в режим ДУ нажмите и удерживайте (2-3 с) любую кнопку пульта ДУ до подачи звукового сигнала. Для включения/выключения освещения войдите в режим ДУ, а затем отпустите и кратковременно нажмите любую кнопку пульта. Для регулировки яркости освещения войдите в режим ДУ, затем отпустите, нажмите и удерживайте любую кнопку пульта. Если, войдя в режим ДУ, вы не управляете выключателем больше 3 с, выключатель подаст звуковой сигнал и выйдет из режима ДУ.



Колодка предохранителя расположена с обратной стороны

Рис. 6.23. Внешний вид и устройство выключателя «Сапфир»

Имитация присутствия человека. В этом режиме выключатель периодически включает и выключает освещение по специальной программе.

Включить/выключить режима имитации присутствия многократным (6-8 раз) включением/выключением освещения до подачи звукового сигнала. Режим включен — индикатор мигает. Режим выключен — индикатор горит постоянно.



Внимание!

Не забывайте выключать режим имитации присутствия!

Возможные неисправности

Причина	Способ устранения
Не светится светодиод	
Нет напряжения сети	Проверить наличие напряжения сети
Перегорел предохранитель	Заменить предохранитель
Перегорела лампа	Заменить лампу
Отсутствует сенсорное (ручное) управление	
Неправильное подключение проводов к клеммам выключателя	Поменять местами провода Фаза-Ноль в клеммах выключателя
Самопроизвольно включается и выключается освещение	
Включен режим имитации присутствия (индикатор мигает)	Выключить режим имитации присутствия
Отсутствует дистанционное управление	
Разрядились элементы питания пульта ДУ	Заменить элементы питания пульта ДУ

Комбинированные электроустановочные устройства

Комбинированные электроустановочные устройства смонтированы на общем основании, в общем корпусе и содержат однотипные или набор разнотипных электроустановочных устройств. Подобные комбинированные устройства удобны в эксплуатации, красивы, имеют небольшую глубину, благодаря чему с успехом могут устанавливаться даже в тонких перегородках. Например, рассмотренные ранее выключатели на две и три цепи (рис. 6.5 и 6.6,е, соответственно), двухместная штепсельная розетка (рис. 5.9,в), удлинители с двумя и тремя розетками (рис. 5.19,г,в, соответственно) и т.п.

Представление о комбинированных устройствах, получивших большое распространение, дают и рассматриваемые ниже примеры.

Для открытых коробок — это открытая коробка защищенного, пыленепроницаемого исполнения.

Для скрытых коробок — это закрытая коробка защищенного исполнения. При установке электроустановочных устройств, неизбежно возникает необходимость монтажа для коробок.

Разновидности монтажных коробок

Коробки У419, У423 выпущенного исполнения (пластмассовые) применяются для подключения и монтажа продолженных открыто проводов марок АППВ, АППВ, АППВ, УПРФ сечением до 2,5 мм².

Коробки У409 и У410 выпущенного исполнения применяют для соединения и ответвления кабелей марок БРГ, АВРГ, СРГ, АСРГ, АНРГ и др. сечением до 4 мм² при установке открыто (без труб) во взрывоопасных помещениях и помещениях с повышенной влажностью.

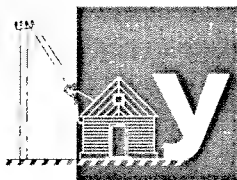
Коробки КОР-73, КОР-74 выпущенного исполнения (пластмассовые) предназначены для монтажа в сырых и пыльных помещениях, в помещениях с повышенной влажностью и проводок в открытой прокладке без защиты в трубах с жилами сечением до 6 мм².

В металлических коробках У245 производят ответвления от силовой и осветительной линии. Подключают кабелем или проводами, закрепленными с помощью специальных приспособлений, а также специальными тросовыми проводами сечением до 3 мм².

В металлических коробках У246 производят ответвления от силовой и осветительной линии. Подключают кабелем или проводами, закрепленными с помощью специальных приспособлений, а также специальными тросовыми проводами сечением до 3 мм².

Стальные коробки У191, У194, У197, У198, КСТ-15 прямоугольной формы применяют для подключения выключателей и специальных розеток.

В пластмассовых коробках У191, У194 и У197, У198, КСТ-15 выполняют подключение продолженных проводов марок АППВ, АППВ, ППВ, ППВ, АППВ, УПРФ сечением до 2,5 мм² при установке открыто. Эти коробки имеют стандартные размеры для монтажа. Для выполнения соединения для продолжения проводов, ответвления установочной аппаратуры в коробках предусмотрены специальные приспособления.



ГЛАВА 7

Умный Дом

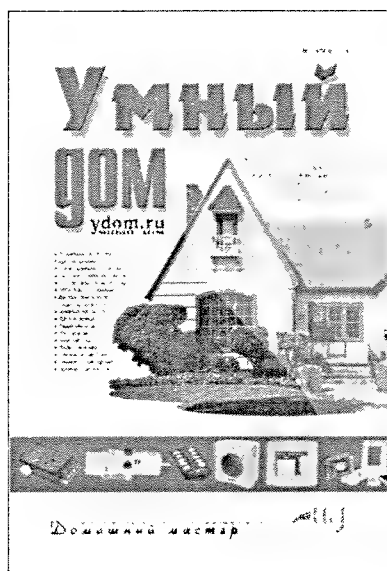
Все оборудование «Умного Дома» отличается от обычных выключателей, розеток, ламп, как старый телевизор с ручкой переключения каналов отличается от современного телевизора с пультом дистанционного управления. Глава написана Сергеем Богдановым.

Например, вы уезжаете в длительную командировку — поставьте приборы для имитации присутствия хозяев. Вы хотите добавить «интеллекта» своей квартире — универсальные контроллеры Ocelot/Leopard только и ждут, чтобы вы их освоили. «Умный» свет в прихожей сбережет нервы всей семье.

Универсальные пульты сделают вас еще счастливее. Будет полезен и контроллер домашнего театра. Вам не придется переживать еще один ремонт — оборудование «Умного Дома» передает сигналы по радиоканалу, по уже проложенным сетевым проводам.

Если у вас в зимнем саду прихотливые растения — контроллер с датчиками влажности/температуры/освещенности с математической точностью будет поддерживать милый этим неженкам климат.

Управляйте всем в вашем доме с пульта, по телефону или по Интернету. Пусть электроника выключает телевизор в детской ровно в 21:00 — не дайте детям дуться на вас. В этой главе можете ознакомиться с этими приборами. Более детально об «Умном Доме» вы можете прочесть в книге **Сергея Богданова** с одноименным названием.



Экскурсия по «Умному Дому»

Вход

Если хозяева дома, изображение гостя появится на экране телевизора автоматически. Сигнал звонка поступает в «мозг» «Умного Дома» — это специальный контроллер или несколько контроллеров, объединенных в сеть. А «мозг» вырабатывает необходимые команды для включения телевизора на канал видеокамеры перед входом. С человеком на пороге можно поговорить по любому телефону — все они, вместе с домофоном, подключены к микро-АТС.

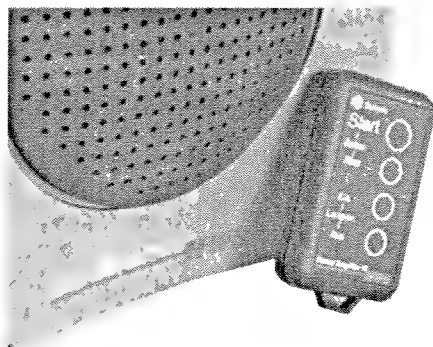
Если дома никого нет, фотография гостя по электронной почте отправится к вам на работу, и там вы будете решать: либо отключить сигнализацию и впустить гостя в дом (для этого надо набрать по телефону секретный код), либо «натравить» на него электронного пса и включить громкий звонок нескольких телефонов. Кстати, если вместо обычной звонковой кнопки использовать радиокнопку (по внешнему виду ее от обычной не отличить), а в RoboDog вставить батарейки, электронный лай раздастся и при отключении сетевого напряжения.

Прихожая

Естественно, свет включится, как только вы приоткрыли входную дверь. Простейшая система автоматизации прихожей (в местах массового скопления домашних автоматизаторов, вроде Митино, она стоит всего 300 рублей) — просто выключатель с датчиком движения. Но такую систему особо умной назвать нельзя. Представьте себе, что вам среди ночи захотелось попить водички, путь пролегает через прихожую... И вдруг вы будете ослеплены внезапно вспыхнувшим светом, а семья проснется от ваших громких «комментариев».

В «Умном Доме» с мозгом-контроллером картина несколько иная. Получив сигнал от датчика движения, контроллер проанализирует ситуацию и учтет все необходимые факторы. А их может быть много: вошли вы в дверь квартиры или вышли в прихожую из освещенной кухни, или из темной спальни... В последнем случае контроллер включит свет плавно. Кроме того, если вы путешествуете ночью из спальни на кухню, подсвечивать зеркала или гардероб в прихожей вовсе не нужно — значит, контроллер и не будет этого делать.

Вместо обычного выключателя в прихожей можно поставить управляющую панель — сенсорную или кнопочную. Кнопочная — понятно, что-



Электронный ротвейлер

то вроде многоклавишного пульта. Иногда есть смысл из прихожей включить свет на кухне. А при выходе просто неоценима клавиша «выключить все», чтобы в спешке, как это часто бывает утром, не ломать себе голову — горит еще свет в ванной или нет. Холодильник или бойлер, естественно, при этом отключаться не будут.

Сенсорная управляющая панель (по сути, это отдельный контроллер с сенсорным экраном) позволяет управлять всем, что есть в доме. Например, вернувшись с работы, можно сразу включить телевизор в гостиной (на новости спорта, разумеется), чайник на кухне, а компьютер в детской — выключить.

Кухня

На кухне должно быть много света — отдельное освещение рабочей зоны, обеденного стола, варочной панели. Некоторые наши сограждане сооружают на кухне стойку бара — тогда и для нее приходится добавлять еще одну группу света. Вы можете себе представить батарею из четырех или пяти выключателей в одном месте? Здесь выручить может только кнопочная панель или управление светом с помощью инфракрасного или радиопульта.

Особое кухонное оборудование — вытяжки, ими тоже нужно и можно управлять, подключив двигатели к релейным модулям. Общая вытяжка управляется по показаниям датчика влажности, а вытяжка варочной панели запускается при включении плиты или духовки. Кстати, общая вытяжка может быть заменена кондиционером, который управляется программой мозга-контроллера.

И вообще, на кухне есть где разгуляться «человеческому фактору». Допустим, вы ставите пиво под холодную воду, через пару секунд звенит телефон — у жены машина сломалась в полчасе езды. Пиво, естественно, отодвигается на второй план. В итоге жену удастся спасти, а вот нижних соседей — уже нет. Для исключения таких грустных ситуаций ставим под раковиной или в аварийном сливе датчик протечки воды. Получив от датчика сигнал, контроллер закрывает электромагнитный клапан подачи воды, сводя моральные и материальные потери к минимуму.

Датчик движения реагирует на все, что «шевелится» в радиусе 6-8 метров. Если в «Умный Дом» превращается отремонтированная квартира, есть смысл ставить радиодатчик на батарейках (они будут работать 1-2 года). Если же заодно с автоматизацией делается ремонт — ставьте проводной датчик, он дешевле.



Радиидатчик движения

Столбчатая, густинная

В итоге мы получили некое подобие «элемента периметра» и группу освещенных объектов, которые можно считать (хотя бы детские рисунки). Но главное — у нас есть возможность использовать важную систему «Умного Дома» — узел речевого интерфейса объектов или в просторечии — «мультимедиа», который способен «говорить».

Зачем это нужно? В общем-то, надо спутниковый ресивер, скорее всего, один — в центре — и пара спутниковых антенн в каждом явном помещении — недорого и эффективно. Попробуйте собрать в одном помещении всю или почти всю аудио- и видеотехнику, в том числе многоканальный усилитель (чисто стерео, конечно), «музыкальные точки» (тем, кто не любит «музыкальных точек»). В итоге имеем лишь в нескольких местах будет располагаться стойка с аппаратурой и клубками проводов. А в комнатах — только акустические колонки, телевизионные панели (LCD и т.п.), мониторы и обычные телевизоры. Все источники — в центральном узле (или узлах) — там, где они нужны.

Для управления телевизором используются настенные кнопочные (или сенсорные) пульты, а также дистанционные ИК-сигналы. У «мультирума» есть две антенны: кабельная и антенна эфирного сигнала. Если сигнала нет — кабельный, а если и кабельный не работает, придется несколько кабелей протянуть, чтобы обеспечить прием сигнала. Количество кабелей будет у вас в доме. Прогрессивнее, конечно, использовать кабель, проложенный в каждом помещении, но это не так просто, как кажется. Если нет возможности проложить кабель в каждом помещении, придется использовать антенны, которые можно подключить в каждом помещении к кабелю, идущему к телевизору. Таким образом можно управлять телевизором в детской, не входя в комнату ребенка. И хотя обманывать ребенка нехорошо, можно отвлечься на телевизор. А телевизор — мол, сам «Умный Дом» выключает телевизор в определенное время. Например, в «Спокойной ночи, малыши». А среди минусов — сложная, не привычная, непривычная конфигурация аппаратуры (кабели, антенны, антенны, антенны, антенны, антенны, антенны, антенны). Еще один минус — интерес к мультимедиа, который может переключиться: кто-то хочет слушать панк-рок, кто-то — слушать классическую музыку. В таком случае придется ставить дополнительные каналы, например, отдельный CD-чейнджер или видеоплеер для музыки.

Генераторы, позволяющие строить системы «мультирум» от Kustom и Rousseau. Но главное — это и самому, и коммутируемому организовать быстрое соединение. Их можно строить, либо с помощью релейных модулей, либо с помощью универсальных модулей управления, лично у меня, например, Xmos (сразу же меня метельные меломаны за предложение назвать модуль «Xmos» — ведь классовой линии).

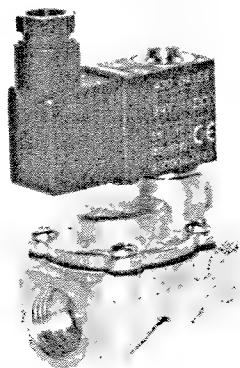
Стоит заметить, что в отличие от карьеры карьера кардинально отличается от кумирии и не имеет четких границ. В любой момент возможность разгуляться мастеру домашнего ремесла может открыться и закрыться по определенным причинам — в зависимости от его графика, для будней — свой. Разумеется, будничная работа тоже останется, причем дистанционная.

Прокладывая путь к серверу, можно задействовать возможности *Windows Media Center* и, например, посмотреть фильм, систе-

ма принимает только один сигнал с пульта — например, «включить телевизор» — и приступает к исполнению. При этом по датчику освещенности шторы затемняют помещение до оптимума, а если время позднее и на улице темно, контроллер может добавить «мягкого» света.

За обладателей домашнего театра контроллер также выполнит всю работу. Как обычно хозяин хвастается своей техникой? Берет один пульт и опускает экран. Берет другой и включает проектор. Берет... и т.д. Хорошо еще, если до этого хозяин не хвастался коллекцией вин. С контроллером «Умного Дома» хвастаться 12 пультами не надо — он помнит, какой прибор включен, опущен ли экран, включен ли проектор и какой источник сигнала выбран.

Электромагнитный клапан включит воду по вашему указанию, по нажатию кнопки на пульте или просто в определенное время. Но стоит врезать его в систему отопления, и он же будет включать поток теплоносителя (а это ведь может быть и не вода, а, например, тосол), только когда станет прохладно. Распределив клапаны по «Умному Дому», можно задавать температурный режим отдельно для каждой комнаты.



Электромагнитный клапан

Спальня, коридор

Спальня — особое место для домашней автоматизации. Вовремя открывшиеся шторы позволяют хозяину (хозяйке) встать именно с толчковой ноги. Если, конечно, не было других причин встать не в духе — например, холод в доме. Сегодня жилье с кондиционером — скорее норма, чем редкость. И кондиционеру, разумеется, можно добавить интеллекта. Насколько я помню, медицина рекомендует поддерживать весьма низкую температуру во время сна — от 14 до 18 градусов (тепла, само собой). Разброс оставим на совести медицины, но вылезать утром из-под одеяла при 14 градусах не очень хочется. Отсюда и рекомендации домашнему «мозгу» — после отбоя потихоньку понизить температуру до оптимальной для сна, а к подъему — повысить. Летом исполнителем будет кондиционер, а зимой — электромагнитный клапан, регулирующий поток теплоносителя в системе отопления.

Еще порекомендуем установить радиовыключатели у изголовья кровати. Приклеиваете их на «липучке» и не надо идти выключать свет, а потом впотьмах возвращаться к кровати. Кстати, этим же выключателем можно и свет в коридоре погасить. Или зажечь.

Если хотите, поставьте в коридоре еще и датчик движения — зачем утруждать себя нажатием кнопок? Свет включается на разном уровне яркости, что зависит от ряда причин: времени суток и года, освещенности

смежных помещений и т.п. Этот же датчик используется и для системы сигнализации. Вернее, наоборот, имеющуюся охранную сигнализацию можно использовать как источник данных для «мозга» «Умного Дома». Хотя УВО (управление вневедомственной охраны) не очень любит, когда к их системе что-либо подключают. Но это, в конечном итоге, вопрос финансовый.

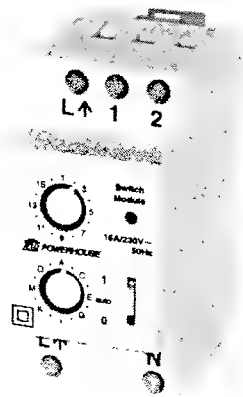
Экономическое отступление

Впрочем, любой вопрос можно свести к финансам. Правда, в разных странах вопросы ставят по-разному. Одно дело — Германия, где за воду в некоторых городах надо платить дважды (за слив в канализацию тоже!) по 4 евро за кубометр. Другое дело — Москва — лей, не хочу.

Однако и у нас начали задумываться об экономии. Так, в некоторых домах потребление электроэнергии ограничено, причем за перебор мощности (именно мощности!) счетчик сразу переключается на дорогой тариф. Достаточно дорогой, чтобы сказаться на бюджете владельца очень недешевой квартиры. Я сам такой дом знаю — в столице, на пересечении Нового Арбата и Садового кольца.

Вот тут и пригодится оптимизация энергопотребления. Если мощность подошла к пороговой, контроллер сам выберет, что можно отключить, а что — оставить. Другой пример — коттедж, отапливаемый соляркой. Мало того, что обогрев соляркой в несколько раз дороже обогрева газом, так солярку еще и привезти надо. А поскольку зимы у нас не «евро», и очень длинные (да и окна не у всех «евро»), то даже один процент экономии может и в полтинничек вылиться американских «рублей».

Кофеварка, вентилятор, кондиционер, телевизор, галогеновый светильник, нагреватель аквариума... в «Умном Доме» их недостаточно просто включить в розетку. Необходим промежуточный элемент — релейный модуль, воспринимающий команды человека (при дистанционном управлении) или мозга-контроллера и только по ним включающий электроприборы. Размером релейный модуль не больше обычного тройника, он вставляется в розетку или постоянно подключен к сети питания. А уже к контактам релейного модуля подключаются бытовые приборы, аудиовидеотехника и исполнительные модули (например, приводы штор и жалюзи).



Релейный модуль

Радиорубка

По всем жилым помещениям мы уже прошлись. Осталось одно, не обязательно жилое, но главное техническое — радиорубка. Это центр кабельной системы. Ведь «Умный Дом» — не только умные устройства, краси-



Совет 6. Если вы планируете в ближайшие несколько лет поставить систему аудио-видеораспределения, то тяните по два телевизионных кабеля к каждому телевизору (в будущем для S-Video пригодится).

Совет 7. С силовым кабелем лучше поступить так: от каждой группы розеток, каждого выключателя и каждой группы светильников протянуть трехжильный кабель прямо в шкаф (на силовую панель), без всяких соединений в комнатах. В любом случае, если вы передумаете делать дом умным (кризисы ведь случаются), в шкафу вы сможете соединить провода так, чтобы схема стала стандартно-контактной. Зато в будущем такая геометрия проводки позволит легко вернуться к плану.

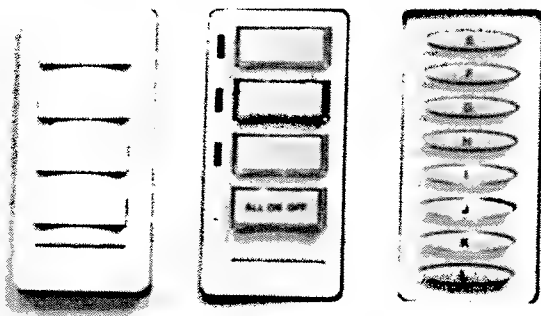
Совет 8. Во всех помещениях предусмотрите на потолке место для динамиков и микрофонов голосовой системы управления, к ним тоже лучше тянуть витую пару.

Совет 9. Кабели системы охранного телевидения выведите туда, где будет стоять система приема эфирного и кабельного телевидения, а потом через модуляторы сигналы от камер выводите на все телевизоры.

А все вопросы охранно-пожарной сигнализации придется согласовать с организацией, занимающейся охраной — УВО, например. В Москве, кстати, объекты под охрану также берут некоторые коммерческие структуры. Конкретный выбор зависит от места в городе, где вы живете, и от толщины вашего кошелька.

Пойдем от простого к сложному. «Умный Дом» строится из «кубиков» — очень разных устройств — от элементарных выключателей до контроллеров, управляющих всей автоматикой в доме.

За состоянием системы следят датчики (температуры, влажности, освещенности), а команды достаются «кубикам-исполнителям» (кому-то приходится не думать, а работать). Иногда в процесс управления вмешивается человек, и тогда основным орудием в руках «системы» становится пульт дистанционного управления.

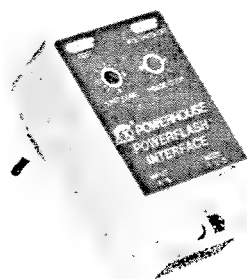


Многокнопочные выключатели

Модуль управления, универсальный модуль

Название «модуль управления» показывает, что этот «кубик» может переслать по назначению сигнал от любого датчика — протечки воды, утечки газа, дождя, дверного контакта. На модуле управления устанавливается адрес из комбинации буквы и цифры, аналогичный адрес присваивается и исполнительному модулю. Модуль управления может также включить свет во всем доме, и даже непрерывно включать и выключать его, указывая на опасность при протечке воды, например, или при «несанкционированном» открытии двери черного хода.

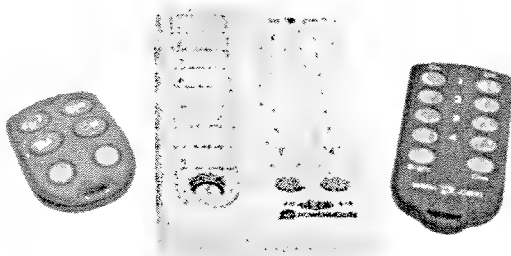
Модуль противоположного назначения называется универсальным. У него контакты замыкаются при поступлении сигнала, причем возможны два режима: модуль замыкает, а через несколько секунд размыкает контакты, или он размыкает контакты только по команде «выключить». Первый режим пригодится для управления дверным замком или гаражными воротами. А второй — при управлении, например, трехфазным насосом. Достаточно подключить к модулю трехфазный контактор (называемый до перестройки пускателем), а уже через контактор — насос. Тогда не нужно будет бегать от автомата к датчику давления. А если еще в цепь контактора включить датчик уровня воды в скважине (колодце) и датчик давления, то автоматизация будет полной.



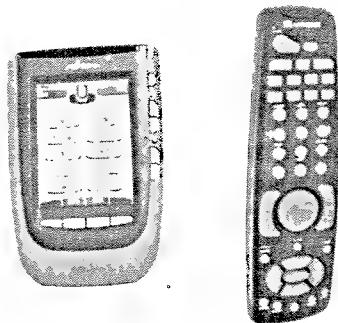
Модуль управления

Радиовыключатели

К простым выключателям нужно подходить, а пульт или брелок можно положить куда угодно, например, в карман. Количество каналов управления — от 2 до 16. Применение этих устройств может быть связано не только с ленью (дескать, неохота мне сделать несколько шагов) — очень хорошо поставить их в детской, тогда максимальный ущерб от попытки любопытного малыша узнать, «как свет от выключателя идет к лампочке» не превысит стоимости самого радиовыключателя. Просто приклейте его к стенке (мебели) на «липучке» — безопасность детей стоит того. Потом глядишь, и у вашей кровати такой появится.



Радиобрелоки



Универсальные пульты

Универсальные пульты

Есть и совмещенные универсальные пульты — ими можно не только включать телевизоры и музыкальные центры, но и переключать программы и управлять громкостью, как обычным ИК-пультом. А еще и светом, и вентиляторами управлять.

В набор «радиуправляемая мышка» входят универсальный радио/инфракрас-

ный пульт и ресивер, подключаемый к COM-порту или разъему PS/2 персонального компьютера. Т.е. нажимаете одни кнопки пульта — и слушаете CD, смотрите DVD, запускаете web-браузер и даже вводите адреса интернет-страничек (и все это издали, не притрагиваясь к «клаве и мышке»). Нажимаете другие — управляете телевизором, светом, музыкальным центром... всем!

Philips Pronto Pro TSU6000 — универсальный обучаемый ИК/радиопульт с цветным сенсорным дисплеем (дальность действия ИК сигналов — 10 метров, а радиосигналов — 20 метров). Этот пульт ориентирован на управление домашним театром. В его памяти зашиты коды ИК-команд практически всех имеющихся в мире телевизоров, DVD-проигрывателей, спутниковых ресиверов и т.п. Кроме того, возможно обучение ИК-командам любого устройства. Пульт позволяет создавать макрокоманды, содержащие до 255 отдельных команд, включая паузы. Поскольку Philips Pronto Pro может передавать их по радиоканалу, он позволяет управлять устройствами, находящимися в другой комнате. Для этого, правда, требуется радиоудлинитель RFX6000. Один пульт может использовать до 16 независимо работающих радиоудлинителей. Каждому устройству можно назначить управление либо по ИК, либо через один из 16 радиоудлинителей.

Для того чтобы включить этот пульт, даже не надо касаться сенсорного экрана. Достаточно приподнять его на угол более 50° относительно плоскости стола.

Радиотрансивер

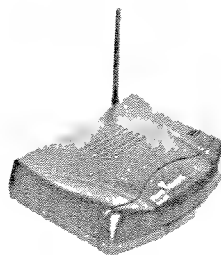
Радиосигналы с брелоков и пультов принимаются специальным прибором — радиотрансивером, а потом уже по проводам передаются другим приборам системы. В состав радиотрансивера входит и релейный модуль, так что место в розетке не пропадет — с радиопульта можно включать любую технику: и телевизоры, и кофеварки (только не забывайте в последние вовремя наливать воду и насыпать кофе).



Радиотрансивер

Видеосендер

Есть у вас спутниковый ресивер? Сколько? Наверное, один. А телевизоров? Можно, конечно, сигнал с ресивера вывести в общую коробку, смешать с антенным ТВ-сигналом. Можно, если ремонт проводится или вас не очень волнует обилие проводов вдоль плинтуса. Если это не тот случай, то к выходу ресивера подключается устройство под названием «видеосендер». Это что-то вроде домашней останкинской телебашни. К телевизорам подключаются приемники видеосендера — вот вам спутниковая картинка на всех телевизорах в доме. А еще неплохо



Видеосендер

управлять спутниковым ресивером, и пример такой системы — в статье 11. Для этого нужно дополнительное устройство — контроллер. Их много (иногда называемый «пирамидкой»), их можно купить в магазине или заказать, а вторая в другой комнате издает команды на ПК с пульта.

СМ11

«Дедушка» всех контроллеров домашней автоматизации — СМ11, производимый фирмой X10. Ключ СМ11 поддерживает все стандартные сигналы X10 и сигналы запроса статуса. Прототипировать его по стандартному порту винчеловского компьютера (СМО) можно с помощью Windows, можно найти на сайте www.x10.com/support/support.asp, можно также вариант программного обеспечения для «Мак» и «Пенту».

Память у СМ11 небольшая — всего 1 Кбайт, но благодаря размеру 30 макросам. Макросы в данном случае — программа, которая задает автоматизацию, например — «когда работает кондиционер, то через минуту включить светильник с адресом В4, и через минуту выключить светильник с адресом С4». Если в наборе устройств «Умного Дома» есть датчик движения, то, например, можно включать свет и электроприборы в определенное время, по дням недели, по дням недели, по дням недели, по дням недели. По введенным пользователем координатам СМ11 вычисляет время заката, рассвета — освещение в саду можно включить, например, за полчаса до заката. Сложная условия логики программирования макросов невозможна. Так что никакую «И ИЛИ ИЛИ» — простой сценарий — «включить свет в прихожей при появлении человека И если темно — включить СМ11» невозможно. Макросы делятся на быстрые и медленные, которые записываются непосредственно в память контроллера, а медленные — в память ПК. Для сохранения макросов при отключении питания предусмотрена батарейка.

Очень странно в СМ11 реализована «каждый день в 19:00, когда яркость — сначала свет, зажигается по таймеру, а потом выключается до заданного уровня яркости. Для саунты, например, можно сделать так, хотя формально приказ «включить свет» и «выключить свет» — две разные команды. В общем, контроллер не очень удобен, но зато имеет много программ от сторонних разработчиков (свой набор удобных и мощных, включающих даже расписание и голосовые команды), которые используют контроллер СМ11 в качестве интерфейса (www.keware.com). Но любое удобство интерфейса компенсируется недостатком СМ11 — его «плюси» стали причиной неудачных конференций по домашней автоматизации. Контроллер выдает при Макросе статус, отключении интерфейсного кабеля от компьютера — это тоже ему по себе

Двусторонний интерфейс TW523

TW523 — интерфейс, необходимый для стыковки управляющих устройств X10 с исполнительными (двигатели жалюзи, механизмы ворот, другие контроллеры, всевозможные датчики, охранно-пожарные сигнализации, контроллеры полива газонов). Как говорится в описании прибора, «стандарт X10 запатентован, но покупателю TW523 разрешается передавать в сеть команды X10». А сторонним изготовителям «запрещается получать либо передавать сигналы X10 любым другим способом, кроме как с использованием TW523». «Двусторонний» означает, что интерфейс как посылает, так и принимает сигналы X10.

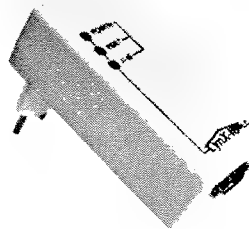


Двусторонний интерфейс TW523

Если в качестве контроллера домашней автоматизации используется ПК, тогда интерфейс подключается к его последовательному порту. TW523 имеет буфер на две команды, позволяет предотвращать коллизии (при обнаружении в сети сигналов X10 он задержит посылку своих сигналов). Основной недостаток — интерфейс не работает с «расширенными» командами X10. Так что «включить свет в туалете плавно до 14% яркости» с помощью TW523 не получится.

Интерфейс LynX-10

Более «продвинутый», нежели TW523, двусторонний интерфейс. Работает со всеми командами X10. Подключение к компьютеру — RS-232 (стандартный COM-порт). Автоматически определяет частоту сети (это важно, когда приборы X10 подключены к разным фазам). С контроллером поставляется программа домашней автоматизации LynX-Soft. Выпускается несколько разновидностей интерфейса — в коробочке, в виде платы для ПК, и для работы совместно с TW523 (без «расширенных» команд).

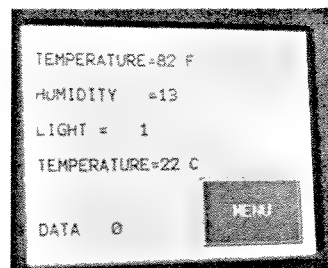


Компьютерный интерфейс LynX-10

Радиоконтроллер CM17 «Firecracker»

Выпуск этого контроллера начался 3 года назад, и он является, по сути, не контроллером, а однонаправленным интерфейсом. С протоколами сигналов можно ознакомиться на сайте www.10.com. Фирма X10 в течение двух лет продавала набор SK18 (сам CM17, ламповый модуль, модуль радиотрансивера, радиобрелок на 16 адресов, ИК-контроллер со связкой светодиодов) по 7 долларов (!) за комплект — для популяризации стандарта. После того, как было продано более 170 000 комплектов, цена набора поднялась до 70 долларов. Но популярности, особенно в мире любителей и профессионалов Linux, фирма X10 добилась.

Подключается CM17 к последовательному порту компьютера и излучает радиосигналы в стандарте X10, а также радиосигналы для управления аудио- видеоаппаратурой. Излученные сигналы принимаются либо радиотрансивером (для управления приборами по протоколу X10), либо ИК-контроллером UX17, который переизлучает их уже как инфракрасные команды для управления различной домашней техникой. Кстати, UX17 позволяет еще посылать сигнал включения видеомэгнитофона на запись при срабатывании радиодатчика движения. Для CM17 есть много софта (в том числе и бесплатного). Но CM17 может только передавать команды, так что его применение очень ограничено — только для ручного или программного управления приборами X10 и аудио- видеоаппаратурой. Например, включить видеомэгнитофон для записи фильма, или свет в определенное время.



Контроллер Leopard

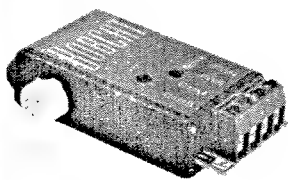
Для управления по протоколу X10 на каждую группу устройств требуется установка отдельного радиотрансивера. Поставляемый с CM17 софт для управления разными аудио- видеоустройствами по радиоканалу (совместно с ИК-контроллером) работает «выборочно» — примерно на одном из трех компьютеров, кому повезет. А на остальных почему-то не работает, причем моя статистика совпадает с данными различных конференций. Да и база данных аудио- видеотехники, которой можно управлять, — невелика, а дополнительные коды ввести нельзя. Хотя как интерфейс к X10 «Петарда» (именно так переводится Firecracker) работает на все сто. Процентом, не долларом.

Контроллеры Ocelot и Leopard

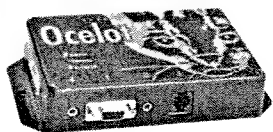
Пожалуй, наилучшее соотношение цена/качество среди всех контроллеров домашней автоматизации дают эти модели производства Applied Digital. В них реализован подход из области промышленной автоматизации — программы основаны на релейно-контактной логике. Не пугайтесь сразу — это означает лишь, что «подвесить» такой контроллер будет очень трудно.

В контроллере есть энергонезависимая память на 2000 строк программного кода (более чем достаточно для автоматизации большого «Умного Дома»), 128 целых переменных, 128 переменных для данных датчиков, 64 независимых таймера. Переменные могут быть сброшены в ноль при пропадании питающего напряжения, так что ситуации с отключением рубильника можно предусмотреть в программе. Ocelot работает, как под управлением ПК, так и самостоятельно — загружаете программу, отключаете ПК и вперед.

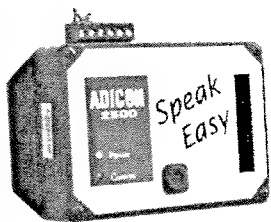
Контроллер оборудован ИК-приемником и ИК-излучателем. В его памяти можно хранить до 1000 ИК-команд. Контроллер обучается ИК-командам прямо с пульта или через компьютер (базы данных ИК-команд скачиваются из Интернета). Естественно, управлять можно всем, что уп-



Датчик влажности



Контроллер Ocelot



Модуль голосовых сообщений

равляется инфракрасными пультами. По сути дела Ocelot — готовый контроллер домашнего театра. Надо только запрограммировать.

Как у промышленных контроллеров, у него есть своя периферия — по интерфейсу RS-485 к нему можно подключать датчики температуры, влажности, освещенности, модули аналого-цифровых преобразователей (АЦП), модули с реле и модули с ИК-выходами. Наличие своей периферии — большой плюс. Вся периферия подключается в произвольной топологии, так что километрами кабеля свой дом опутывать не надо. Датчики температуры, влажности или освещенности общаются с контроллером по шине RS-485 (всего может быть подключено до 128 датчиков). Контроллер настолько мощный, что может заменить и обычную охранно-пожарную сигнализацию, только вот в УВО такую систему на пульт не примут.

К контроллеру можно подключить плату SECU161R, у которой есть 16 выходов для подключения светодиодов управления бытовой техникой. Зачем так много ИК-выходов? Объясним. Если в вашем доме несколько одинаковых кондиционеров, телевизоров или видеомэгниетофонов, для управления ими в каждое помещение можно подвести светодиод от отдельного канала. Есть модуль сопряжения с последовательным портом — его используют для передачи данных на ПК.

В отличие от Ocelot контроллер Leopard имеет монохромный сенсорный дисплей. Памяти достаточно для 24 экранов и 255 кнопок. Один из экранов может быть графическим, с разрешением — 240x320. На дисплей выводятся также значения переменных, состояния входов/выходов плат расширения и модулей X10. Сами контроллеры также могут быть объединены в сеть — до 128 приборов.

С контроллерами поставляется софт и для программирования (C-MAX), и работы с ИК-кодами. Но, на мой взгляд, большой недостаток прилагаемого ПО — с текстами программ можно работать только в родной среде, что при большом размере программ весьма утомительно. Реально использовать контроллеры и как периферию — написано множество программ под Windows, поддерживающих связь с контроллерами по последовательному порту. Особенности контроллеров описаны канадским энтузиастом домашней автоматизации Guy Lavoie www.hometoys.com/htinews/apr00/articles/lavoie.htm. Есть русский вариант статьи www.ydom.ru/articles.html?page=article2.

HomeVision

Очень похож по идеологии на Ocelot, но для отображения данных использует бытовой телевизор, т.е. программировать можно и без ПК. Как цена, так и возможности HomeVision, при сравнении с Ocelot, выше. 8000 строк программного кода, по 256 таймеров, переменных и флагов. В контроллер встроены 8 выходных реле, 8 универсальных входов/выходов, 8 универсальных входов. Есть встроенные ИК-вход и выход. За дополнительную плату можно подключить телефонный контроллер и еще 72 порта входов/выходов.

Остальная идеология — как у Ocelot, за исключением некоторых деталей, настолько важных, что популярность продукции Applied Digital все-таки выше. Конкретно — датчики температуры (приобретаемые отдельно) соединяются с контроллером «звездой», т.е. нельзя посадить все датчики на один шлейф. А протяжка вместо одного шлейфа тридцати отдельных проводов — дело тяжелое.

Для подключения дополнительных входов/выходов необходим дополнительный корпус, да и сами платы периферии должны быть размещены непосредственно в корпусе контроллера или в дополнительном корпусе, так что опять — тяни отдельный провод от каждого датчика, от каждого исполнительного механизма в одно место. Неудобно. И дорого. Так что плюсы (возможность вывода данных на телевизор и большой объем памяти) не перевешивают.

Мне лично всегда удобнее работать с сенсорным экраном, а не с помощью пульта путешествовать по меню на экране телевизора. Кстати, при покупке телевизора настроить программы таким путешествием нужно лишь один раз, и то нервы не выдерживают. У многих людей отношение, видимо, такое же, поэтому сенсорные панели и приживаются лучше, нежели использующие телевизор контроллеры.

Speak Easy

Как бы ни хотелось, управлять домашним хозяйством голосом пока не получается. Есть системы распознавания речи на основе ПК, но вот с реально работающей голосовой поддержкой, пока не очень. И практически отсутствуют на рынке «stand alone» (независимые, работающие без ПК) устройства распознавания речи.

Хотя наоборот — пожалуйста, «Умный Дом» вам что-то сказать может. Это может делать и ПК, но лучше воспользоваться специальным «говорящим» прибором. Это — модуль голосовых сообщений Speak Easy производства Applied Digital. Вы записываете сообщения с микрофона или ПК. Всего устройство запоминает около 4 минут сообщений, общим количеством не более 80.

Speak Easy имеет одноваттный и линейный выходы. У меня этот модуль подключен к входу громких сообщений АТС. Управляется контроллером по шине RS-485. Заменяет, например, дверной звонок или электронного ротвейлера. Очень удобен при работе с меню сенсорной панели — может доложить, например, «свет в прихожей выключен», или напомнить о начале сериала. Только программируй или плати программисту.

справочник
**домашнего
электрика**

**Эффективное
освещение
дома**

Раздел III

Глава 8

Что такое свет и освещение

Глава 9

Как сделать освещение
эффективным

Глава 10

Светильники

Глава 11

Ламповые патроны

Глава 12

Лампы накаливания

Глава 13

Галогенные лампы
накаливания

Глава 14

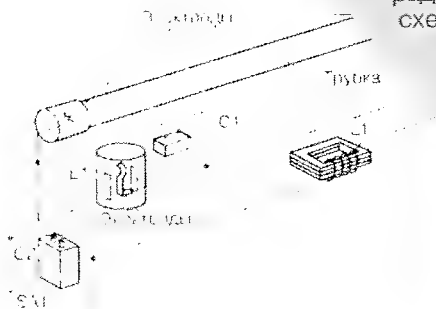
Люминесцентные
лампы

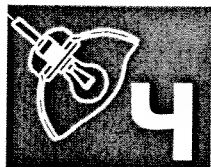
Глава 15

Газоразрядные лампы

Глава 16

Полезные
радиолюбительские
схемы в освещении





Что такое СВЕТ И ОСВЕЩЕНИЕ

Три варианта генерации света

Принципиально различают три способа генерации света: термоизлучение, газовый разряд высокого и низкого давления.

Термоизлучение — излучение нагреваемого провода до максимальной температуры при прохождении электрического тока. Образцом является солнце с температурой поверхности 6000 К. Лучше всего подходит для этого элемент вольфрам с наивысшей среди металлов температурой плавления (3683 К).



Пример.

За счет термоизлучения работают лампы накаливания и галогенные лампы накаливания.

Газовый дуговой разряд появляется в закрытой стеклянной емкости, наполненной инертными газами, парами металла и редкоземельными элементами при подаче напряжения. Возникающие при этом свечения газобразных наполнителей дают желаемую цветность света.



Пример.

За счет газового дугового разряда работают ртутные, металлогалогенные и натриевые лампы.

Люминесцентный процесс. Под действием электрического разряда закаченные в стеклянную трубку пары ртути начинают излучать невидимые ультрафиолетовые лучи, которые, попадая на нанесенный на внутреннюю поверхность стекла люминофор, преобразуется в видимый свет.



Пример.

За счет люминесцентного процесса работают люминесцентные лампы, компактные люминесцентные лампы.

Взаимодействие излучения с веществом

Абсорбция (поглощение света) — это свойство вещества, преобразовывать поглощенное излучение (в данном случае, свет) в другие формы энергии, главным образом, в тепловую. Единицей измерения является степень абсорбции ($\alpha = \Phi_a / \Phi_0$), отношение поглощенного светового потока к общему.

Отражение — способность материала отражать свет. Различают несколько видов отражения: зеркальное, смешанное, полностью рассеянное и нерегулярно рассеянное. Во внутреннем освещении используется в основном рассеянное (диффузное) отражение. Характер отражения определяется коэффициентом отражения, выражающим отношение отраженного светового потока к падающему ($\rho = \Phi_r / \Phi_0$).

Коэффициент отражения задается в основном для рассеянного падающего света (ρ_{dif}) или для квазипараллельного падающего света под углом 8° (ρ). В осветительной технике мерой служит в основном ρ_{dif} , ρ и ρ_{dif} могут достигать теоретически максимального значения 1 (100%). В табл. 8.1 приведены коэффициенты отражения наиболее распространенных красок и материалов.

Коэффициенты отражения красок и материалов

Таблица 8.1

Краски	ρ	Материалы	ρ
Белая	0,8	Штукатурка	0,8
Светло-желтая	0,7	Кафель, белый	0,7
Светло-зеленая, розовая	0,4	Клен, береза	0,6
Небесно-голубая	0,4	Дуб, светлый	0,4
Светло-серая	0,4	Бетон	0,3
Светло-коричневая	0,3	Грецкий орех, темный	0,2
Серая	0,2	Дуб, темный	0,2
Темно-красная	0,1	Кирпич красный	0,2
Черная	0,1	Стеклоблоки	0,1

Трансмиссия — это свойство материала беспрепятственно пропускать встречное излучение. Мерой ее является коэффициент трансмиссии $\tau = \Phi_t / \Phi_0$.

Отражение и преломление

При попадании света на материал (например, на оконное стекло) происходят **три явления**: часть света отражается от его поверхности, часть поглощается им и оставшаяся часть проходит через него. Эти части светового потока обозначаются: Φ_r — поток отраженного света; Φ_α — поток поглощенного света; Φ_t — поток пропущенного света.

Для количественного анализа берутся отношения каждого из трех выше-названных частей светового потока к общему падающему световому потоку:

$\rho = \Phi_r / F_0$ — коэффициент отражения;

$\alpha = \Phi_\alpha / F_0$ — коэффициент поглощения;

$\tau = \Phi_t / F_0$ — коэффициент пропускания, (где $\rho + \alpha + \tau = 1$ или $F_r + F_\alpha + F_t = F_0$).

Поглощенный световой поток преобразовывается в тепловую энергию и нагревает материал. Чем темнее материал, тем больше светового потока он поглощает. Например, обыкновенное защитное стекло толщиной 4 мм

отражает 8%, пропускает 90% и поглощает 2% падающего светового потока. На рис. 8.1 представлен идеальный случай: строго направленное и полностью рассеянное отражение или преломление.

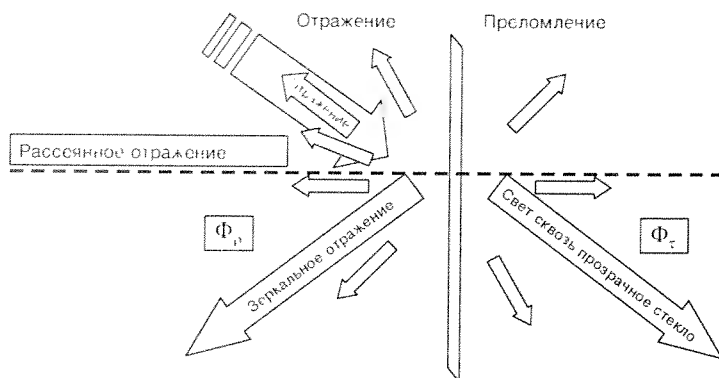


Рис. 8.1. Отражение и преломление

Цветопередача

Характеристика цветопередачи лампы описывает, насколько натурально выглядят окружающие нас предметы в свете этой лампы. Выражением этого является **общий индекс цветопередачи R_a** . Для определения величины R_a , из окружающей среды выбирают восемь тестовых цветов, которые освещаются тестируемой лампой, а затем стандартной лампой, имеющей такую же цветовую температуру (от температуры «черного тела» до дневной). Чем меньше разница в цветопередаче между тестовыми цветами, тем лучше цветопередача исследуемой лампы. Максимальное значение R_a составляет 100 (как среднее для восьми тестовых цветов).

В зависимости от места установки лампы и выполняемой ими задачи искусственный свет должен обеспечивать возможность наиболее лучшего восприятия цвета (как при естественном дневном свете). Данная возможность определяется характеристиками цветопередачи источника света, которые выражаются с помощью общего коэффициента цветопередачи R_a .

Коэффициент цветопередачи отражает уровень соответствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света.

Для сравнения с рассмотренными источниками света фиксируется сдвиг цвета с помощью 8 (или 14) указанных в DIN 6169 стандартных эталонных цветов, который наблюдается при направлении света тестируемого или

эталонного источника света на эти эталонные цвета. Чем меньше отклонение цвета излучаемого тестируемой лампой света от эталонных цветов, тем лучше характеристики цветопередачи этой лампы. Источник света с показателем цветопередачи $R_a = 100$ излучает свет, оптимально отображающий все цвета, как свет эталонного источника света. Чем ниже значения R_a , тем хуже передаются цвета освещаемого объекта.

Таблица 8.2

Характеристика цветопередачи	Степень цветопередачи	Коэффициент цветопередачи R_a	Примеры ламп
Отличная	A	Более 90	Галогенные лампы; люминесцентные лампы LUMILUX DE LUXE; HQI... D
Очень хорошая	B	80-89	Люминесцентные лампы LUM LUX; HQI... , NDL или WDL
Хорошая	2A	70-79	Стандартные люминесцентные лампы 10 и 25
Хорошая	2B	60-69	Стандартные люминесцентные лампы 30
Достаточная	3	40-59	HQI...
Плохая	4	Менее 30	Натриевые газоразрядные лампы высокого и низкого давления

Тестируемые цвета

- R1 — цвет увядшей розы;
- R2 — оранжевый;
- R3 — ситовый;
- R4 — светло-зеленый;
- R5 — бирюзовый;
- R6 — небесно-голубой;
- R7 — цвет фиолетовой астры;
- R8 — сиреневый

Дополнительные тестируемые цвета с насыщенными красками

- R9 — красный;
- R10 — желтый;
- R11 — зеленый;
- R12 — синий;
- R13 — цвет кожи;
- R14 — цвет зеленого листа.

Равномерность освещения

Равномерность освещения зависит от разновидности и расположения светильников, от геометрии и вида ограничивающих поверхностей. Она влияет как на зрительный комфорт, так и на зрительную способность. Неравномерность освещенности может привести к появлению зон, в которых возникает недостаточный контраст между предметами и окружением. Кроме того, глаза, вынужденные из-за неравномерности освещения часто переослаиваться, быстро утомляются.

Равномерность в конкретном месте определяется значениями яркости $L_{\min}$, $L_{\max}$ и L_{cp} ($L_{\min}$ — наименьшая яркость в районе подсчета, $L_{\max}$ — максимальная яркость в районе подсчета и L_{cp} — средняя яркость в районе подсчета). Были учреждены следующие две оценки: $G = L_{\min}/L_{\max}$ и $L_{\min}/L_{cp}$.

Для продольной g_l и поперечной g_q равномерности рекомендуются согласно DIN 5044 следующие значения:

Таблица 8.3

Равномерность в продольном направлении			Равномерность в поперечном направлении			Оценка
Степень	Рекомендуемая	Допустимая	Степень	Рекомендуемая	Допустимая	
A	1:1,3	1:1,6	D	1:2,5	1:4,0	Отлично
B	1:1,6	1:2,0	E	1:4,0	1:6,0	Хорошо
C	1:2,0	1:2,5	F	1:6,0	1:8,0	Удовлетворительно

Световая отдача

Световая отдача показывает, с какой экономичностью потребляемая электрическая мощность преобразуется в свет. Единица измерения: **люмен на ватт [лм/Вт]**. Теоретически достигаемая максимальная величина при полном преобразовании энергии в видимый свет составляет 683 лм/Вт. Реально достижимые значения, разумеется, значительно ниже и находятся между 10 лм/Вт и 150 лм/Вт. **Реальные примеры** световой отдачи различных источников света приводятся на приведенном ниже рисунке:

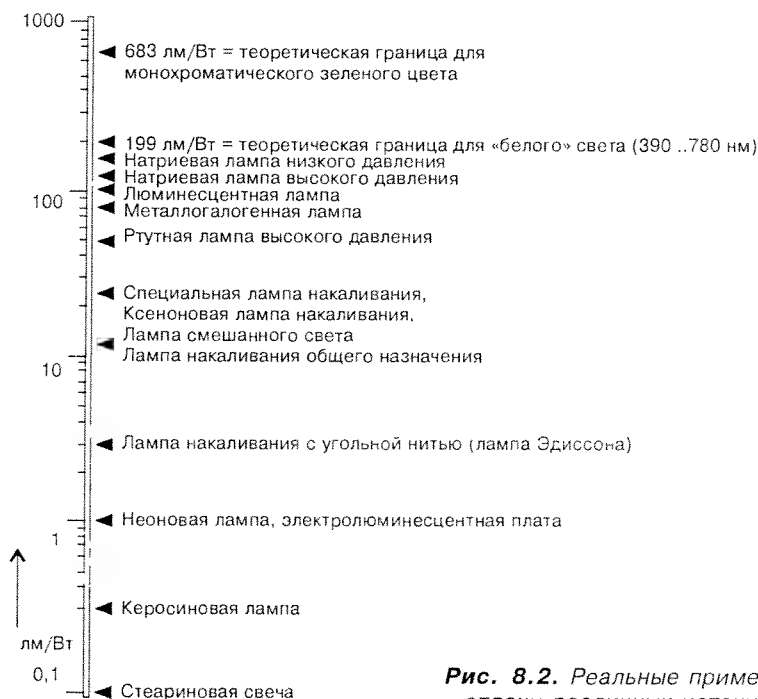


Рис. 8.2. Реальные примеры световой отдачи различных источников света

Полезные термины и определения

Видимое излучение — электромагнитное излучение с длиной волны от 380 до 780 нм.
Нм (нанометр) — одна миллиардная доля метра.

Коэффициент цветопередачи R_a — отношение цветов предметов при освещении их данным источником света к цветам этих же предметов, освещаемых источником света, принятым за эталон (чаще всего Солнцем), в строго определенных условиях.

Данный коэффициент отражает уровень соответствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света. Для определения значения фиксируется R_a сдвиг цвета с помощью восьми указанных в DIN 6169 стандартных эталонных цветов, который наблюдается при направлении света тестируемого источника света на эти эталонные цвета. Чем меньше отклонение цвета излучаемого тестируемой лампой света от эталонных цветов, тем лучше характеристики цветопередачи этой лампы. Источник света с показателем цветопередачи $R_a = 100$ излучает свет, оптимально отражающий все цвета, как свет эталонного источника света. Чем ниже значение R_a , тем хуже передаются цвета освещаемого объекта:

$R_a = 91...100$ — очень хорошая цветопередача;

$R_a = 81...91$ — хорошая цветопередача;

$R_a = 51...80$ — средняя цветопередача;

$R_a < 51$ — плохая цветопередача.

Освещение — применение света в конкретной обстановке, рядом с объектами или в их окружении, с целью сделать их видимыми.

Освещенность E — величина, которая отражает соотношение падающего светового потока к освещаемой площади. Освещенность равна 1 лк, если световой поток 1 лм равномерно распределяется по площади 1 м². Единица измерения: люкс [лк]. Примеры величины освещенности:

Солнечный летний день — 60000...100000 лм.

Мрачный летний день — 20000 лм.

Мрачный зимний день — 3000 лм.

Хорошо освещенное рабочее место — 500...750 лм.

Пешеходная зона — 5...100 лм.

Ночь полнолуния — 0,25 лм.

Ночь безлунная — 0,01 лм.

Освещенность согласно DIN 5035/2 трактуется как минимальная освещенность на рабочих местах определяется в DIN 5035 (части 2) и соответствующими директивами для рабочих мест. Разумеется, соблюдение этих регламентов и норм не гарантирует в каждом случае хорошую систему освещения.

Свет и излучение — электромагнитное излучение, вызывающее в глазу человека зрительное ощущение. При этом речь идет об излучении в диапазоне от 360 до 830 нм, занимающем мизерную часть всего известного нам спектра электромагнитного излучения.

Световая отдача η — величина, которая показывает, с какой экономичностью потребляемая электрическая мощность преобразуется в свет. Этот термин относится исключительно к источникам света (лампам), а не к светильникам, для которых применяется понятие КПД, т.е. отношение излученного светильником светового потока к общему световому потоку, излучаемому находящимися в нем источниками света (лампами). Единица измерения: люмен на Ватт.

Световой поток Φ — вся мощность излучения источника света, воспринимаемая световому ощущению глаза человека. Полное количество света, излучаемое лампой источником. Единица измерения: люмен [лм].

Сила света I — интенсивность излучаемого в определенном направлении света. Источник света излучает световой поток Φ в разных направлениях с различной интенсивностью. Отношение светового потока, направляемого от источника света (лампы или светильника) в пределах элементарного пространственного угла (1 стерадиан), охватывающего данное направление, к этому углу. Полный пространственный угол равен 12,56 стерадиан (4 пи). Единица измерения: кандела [кд].

Система комбинированного освещения — система освещения помещений, включающая в себя светильники, расположенные непосредственно у рабочего места и предназначенные для освещения только лишь рабочей поверхности (местное освещение), а также светильники общего освещения, предназначенные для выравнивания распределения яркости в поле зрения и создания необходимой освещенности по проходу освещаемого помещения. Светильник общего назначения: светильник, не предназначенный для специального назначения. Примерами светильников общего назначения являются подвесные светильники, отдельные прожекторы и некоторые стационарные светильники, устанавливаемые на поверхности или встраиваемые. Примерами светильников специального назначения являются светильники для тяжелых условий эксплуатации (для фото и кино), для плавательных бассейнов.

Система общего освещения — система освещения помещений, предназначенная для освещения не только рабочих поверхностей, но и всего помещения в целом, обеспечивающая светильники общего освещения обычно размещаются по отношению к рабочей поверхности на расстоянии от рабочих поверхностей.

Цветность света очень хорошо описывается цветовой температурой. Существуют следующие три главные цветности света: тепло-белая < 3300 К, нейтрально-белая 3300...5000 К, белая дневного света — более 5000 К. Лампы с одинаковой цветностью света могут иметь различные характеристики цветопередачи, что объясняется спектральным составом излучаемого ими света.

Цветовая температура — мера объективного впечатления от цвета объекта источника света. Цветовая температура источника света определяется путем сравнения с так называемым «черным телом» и отображается с помощью «черного тела». Если температура «черного тела» повышается, то синяя составляющая в спектре возрастает, а красная составляющая убывает. Лампа накаливания с тепло-белым светом имеет, например, цветовую температуру 2700 К, а люминесцентная лампа с цветностью дневного света — 6000 К. Единица измерения: кельвин (К).

2700 К — сверхтеплый белый.

3000 К — теплый белый.

4000 К — естественный белый или нейтрально-белый.

5000 К — холодный белый (дневной).

Цветовое ощущение — общее, субъективное ощущение, которое человек испытывает, когда смотрит на источник света. Свет может восприниматься как теплый белый, нейтральный белый, холодный белый. Объективное впечатление от цвета источника света определяется цветовой температурой.



Как сделать освещение эффективным

Выбор светильника в зависимости от поставленной задачи

Светильники прямого света предназначены для помещения с невысокими потолками. Как правило, это обычные потолочные или встроенные в потолок приборы. Они отличаются экономичностью при создании местного освещения для чтения и работы или при подсветке картин, скульптур и т.д.

Светильники рассеянного света имеют наиболее высокий коэффициент полезного действия (КПД) и подходят для общего освещения. Оно отличается равномерным распределением яркости света, отраженного от поверхностей стен, потолка и пола, мягкими тенеобразующими свойствами и повышенной насыщенностью светом, что важно для создания зрительного комфорта. Но если в цветовой гамме интерьера преобладают темные тона (особенно потолка и стен), то для таких светильников придется ставить более мощные лампы.

При покупке светильника необходимо проверить его работоспособность, надежность крепления деталей, насколько легко устанавливается лампа в патроне и есть ли простой доступ к лампе и внутренним поверхностям, требующим регулярной очистки. Следует помнить, что более твердые материалы, имеющие гладкую поверхность, меньше загрязняются и проще моются.

Светильники отраженного света создают наиболее комфортное и равномерное освещение, полностью соответствующее нормам по ограничению показателей слепящего эффекта и дискомфорта, хорошую насыщенность светом, сочетание с верхним или боковым дневным светом. Для повышения экономичности освещения необходима отделка потолка с максимальным коэффициентом отражения.

Правила подбора светильника

При выборе светильника учитывают: условия окружающей среды; требования к характеру светораспределения; электробезопасность, экономическую целесообразность.

В квартирах и комнатах с **низкими потолками** рекомендуется: применять светильники, люстры с короткими и регулирующимися штангами, шнурами; подвесы с плоскими рассеивателями, подобранными по декоративной расцветке, соответствующей цвету стен жилого помещения; потолочные светильники и плафоны с декоративной отделкой.

Для просторных комнат и квартир с **высокими потолками** подойдут: многорожковые люстры; декоративные подвесные светильники с большим количеством (3...5) рассеивателей.

Для создания уюта и обстановки, способствующей отдыху человека после трудового дня, учебы, чтению художественной литературы, применяют **светильники для местного освещения**. Вариантов исполнения светильников местного освещения очень много.

Полезные советы по организации правильного освещения

Комфортность современного жилья неотделима от качественного освещения. При этом глаза не должны перенапрягаться и уставать. Оказывается, чтобы достичь зрительного комфорта, надо выдержать на определенном уровне много светотехнических параметров: **оптимальную освещенность; минимальное слепящее действие; грамотное распределение яркости света по основным поверхностям; правильную цветопередачу и тенеобразование**. А обеспечить все это помогут правильно выбранные и размещенные светильники.

С изменением **яркости света**, отраженного от пола, стен и потолка, меняется зрительное восприятие пропорций помещения, поэтому, варьируя яркость, можно «корректировать» объем помещения. А то, как мы воспринимаем форму предмета, оказывается, зависит от яркости отдельных его поверхностей и от распределения образующихся на нем теней. Значит, свет может «управлять» формой объектов, увеличивать или, к сожалению, уменьшать их выразительность.

Главное здесь — правильно выбрать **направление падающего светового потока**. Если объемный предмет равномерно осветить со всех сторон, он может казаться плоским, так как при рассеянном освещении объемность теряется. Известно, что **цвет** эмоционально воздействует на человека. Поэтому следует учитывать, что восприятие одного и того же цвета может сильно зависеть от климата местности, а также от привычек и вкусов человека. Так, в журнале «Идеи Вашего дома» (№7/2000) Марина Табакова дает ряд полезных и интересных советов по правильной организации освещения в доме.



Совет 1. Темный потолок кажется более низким, а светлый — высоким. Слишком светлый пол «снижает» высоту помещения. Более светлая стена в конце узкого коридора зрительно делает его шире.

Совет 2. Цвета теплых тонов «приближают» предметы (например, желтая стена кажется ближе), а холодных — «удаляют».

Совет 3. В маленьких помещениях для визуального расширения пространства и увеличения насыщенности светом нужно повышать освещенность стен и применять отделочные материалы с хорошими отражающими свойствами (то есть с большим коэффициентом отражения), а в больших — применять тот же прием, но для пола и потолка.

Совет 4. Окна, картины и зеркала способствуют «расширению» пространства.

Совет 5. При освещении больших помещений лучше использовать светильники прямого света.

Совет 6. Следует помнить, что черный цвет «сужает» помещение, а белый — «расширяет».

Совет 7. Если в узком помещении светильники расположены вдоль средней линии потолка, то комната будет казаться еще более узкой. Чтобы ее зрительно расширить, необходимо расположить светильники по линии, смещенной к одной из стен.

Совет 8. В помещении можно выделить функциональные зоны не только перегородками, но и с помощью светильников местного освещения, например, бра.

Совет 9. Наименее устойчивы к воздействию света рукописи, документы, фотографии, произведения живописи (акварель, темпера, пастель), гобелен, кружева, одежда. По нормам уровень освещенности таких предметов не должен превышать 50 лк.

Совет 10. Наилучший результат дает сочетание рассеянного или отраженного освещения с прямым направленным светом, но при работе с объектом (таким как, например, лицо человека), имеющим глубокий, ярко выраженный рельеф, важнее роль мягкого рассеянного или отраженного света.

Совет 11. Применяя светильники направленного света, необходимо избегать образования нежелательных теней, способных изменить форму и освещаемого, и близлежащего объекта, а также интерьера в целом.

Совет 12. Если поверхность освещена неравномерно, то ее отдельные участки воспринимаются как лежащие на разных уровнях.

Совет 13. Экспериментируя с тенями, можно создавать самую разнообразную световую динамику в помещении.

Совет 14. Если в комнате создана равномерная освещенность, то теплый цвет воспринимается ярче, чем холодный.

Совет 15. Если поверхность предметов, стен и т.д. окрашена в темный цвет, то их фактура и обработка не будут хорошо видны.

Совет 16. На ярком фоне объект выглядит темнее, а на темном — светлее.

Совет 17. Цвета теплой тональности выигрывают при освещении лампами накаливания и разрядными лампами тепло-белого света.

Совет 18. Если в отделке использовать насыщенные и разнообразные по тону цвета, то зрительное утомление увеличивается.

Поддержание постоянного уровня освещенности

Системы освещения с **регуляровкой светового потока** обеспечивают больший комфорт и экономию электроэнергии. Наряду с индивидуальным использованием дистанционного управления или клавишного выключателя начинают применяться контуры регулирования с датчиками дневного света.

В светильниках с использованием **низковольтных галогенных ламп**, работающих с магнитным трансформатором, управление осуществляется через **регуляровку светового потока с отсечкой фазы по заднему фронту**. При работе с электронными трансформаторами управление осуществляется через **регуляровку светового потока с отсечкой фазы по переднему фронту**.

В светильниках с электронными ПРА, управляющими компактными люминесцентными лампами, а также с люминесцентными лампами диапазон регулирования светового потока составляет 0...100% и 1...100%, соответственно. Регулировка светового потока при этом осуществляется через **интерфейс 1...10 В**.

Поддержание постоянного уровня освещенности осуществляется системами освещения с регуляровкой светового потока. Это позволяет снизить расходы на электроэнергию, повысить световой комфорт и адаптировать освещение индивидуальным требованиям.

Подключение осуществляется через ЭПРА с возможностью регулирования светового потока через **интерфейс 1...10 В** или DALI в комбинации с соответствующими датчиками. При этом различают автоматическое управление, ручное и комплексное управление. Подбор подходящих 1...10 В компонентов управления зависит от каждого конкретного случая применения. При использовании световых датчиков уровень освещенности регулируется в зависимости от уровня естественного дневного света. Таким образом, для освещения используется и бесплатный дневной свет, что позволяет экономить до 60% расходов на электроэнергию. До 70% расходов на энергию можно экономить, используя специальные датчики для выключения света, датчики движения и таймеры.

Распространенные системы освещения

В практике проектирования осветительных установок используются два отличительные друг от друга системы освещения. Так **система общего освещения** предназначена для освещения всего помещения и т.д. и т.п. В связи с этим светильники общего освещения обычно размещаются под потолком помещения на достаточно большом расстоянии от рабочих поверхностей.

В системе общего освещения принято различать два способа размещения светильников: равномерное и локализованное. В системе общего равномерного освещения расстояния между светильниками в каждом ряду и расстояния между рядами выдерживаются неизменными. В системе общего локализованного освещения положение каждого светильника определяется соображениями выбора наиболее выгоднейшего направления светового потока и устранения теней на световом рабочем месте, т.е. целиком зависит от расположения оборудования.

Равномерное расположение светильников общего освещения применяется обычно в тех случаях, когда желательно **обеспечить одинаковые условия освещения** по всей площади помещения в целом. При необходимости дополнительного подсвета отдельных участков освещаемого помещения, если эти участки достаточно велики по площади или если по условиям работы невозможно устройство местного освещения, прибегают к локализованному размещению светильников.

Локализованное размещение светильников позволяет одновременно с уменьшением удельной установленной мощности по сравнению с вариантом равномерного размещения обеспечить и лучшее качество освещения. При этом удается создать желательное направление светового потока на рабочие поверхности и устранить падающие тени от близко расположенного оборудования или человека.

К недостаткам локализованного размещения светильников следует отнести несколько повышенную по сравнению с равномерным размещением неравномерность распределения яркости в поле зрения и некоторое усложнение прокладки электрической осветительной сети.

Вторая система — **система комбинированного освещения** — включает в себя как светильники, расположенные непосредственно у рабочего места и предназначенные для освещения только лишь рабочей поверхности (местное освещение), так и светильники общего освещения, предназначенные для выравнивания распределения яркости в поле зрения и создания необходимой освещенности. Пользуясь приведенными ниже рекомендациями (разработаны Федотовым Г.А., ООО «Сонекс-К», www.sonex-light.ru) можно произвести **приближенный расчет** освещения заданного пространства.

Прикидочный расчет освещения заданного помещения

Для производства расчета по табл. 9.1 выберем **тип источника света и способ установки** светильника, которые считаете желательными для освещения вашего помещения. Для примера возьмем **подвесной светильник (люстру) с лампами накаливания**, обеспечивающий равномерное светораспределение. Руководствуясь табл. 9.4, определим требуемый уровень освещенности. Предположим, что проектируется освещенность детской комнаты площадью 13 м², в которой будут происходить подвижные игры. Для этого процесса требуется освещенность 100 лк.

По табл. 9.3 находим, что для получения такой освещенности при использовании ламп накаливания необходимо обеспечить установочную мощность 29 Вт/м². При заданной площади 13 м² для создания освещенности 100 лк требуется мощность:

$$P = 29 \text{ Вт/м}^2 \cdot 13 \text{ м}^2 = 367 \text{ Вт.}$$

Итоги расчета: необходимо использовать подвесной светильник с шестью лампами по 60 Вт каждая.

Области применения бытовых светильников

Таблица 9.1

Функциональное назначение	Тип лампы		Методы установки						
	Лампа накаливания	Люминесцентная лампа	Подвесной	Потолочный	Настенный	Пристраиваемый	Настольный	Напольный	Встраиваемый
Общее освещение									
Жилые комнаты	X	X	X	X	X	X	X	X	—
Кухни	X	X	X	X	X	X	—	—	X
Ванные комнаты	X	X	X	X	X	X	—	—	—
Санузлы	X	X	—	X	X	—	—	—	—
Вспомогательные помещения	X	X	X	X	X	X	—	—	X
Местное освещение									
Рабочие зоны	X	X	—	X	—	X	X	X	X
Зоны отдыха	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Локальные объекты	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Освещение для ориентации ночью	X	—	—	X	X	X	X	X	X

X — целесообразно.

Удельная мощность освещения люминесцентными лампами

Таблица 9.2

Средняя освещенность, лк	В основном прямое светораспределение	Равномерное светораспределение	Отраженное светораспределение
50	3,5	4,5	5,5
75	5,5	7	8
100	7,5	9,5	11
150	11	14	16
300	22	28	32
500	35	45	55
1000	75	95	110

Удельная мощность освещения лампами накаливания

Таблица 9.3

Средняя освещенность, лк	Классы светопередачи		
	В основном прямое светораспределение	Равномерное светораспределение	Отраженное светораспределение
20	6	7	8,5
30	7	8,5	10,5
50	12	14,5	17,5
75	19	22	26
100	24	29	35
200	48	70	85
300	72	85	105
500	120	145	175
1000	240	290	350

Таблица 9.4

Оптимальные уровни освещенности при основных видах труда и отдыха

[illegible]

Особенности освещения в различных помещениях

В целях экономии электроэнергии, создания мягкого светораспределения, однородной освещенности и яркости применяют **светильники с люминесцентными лампами**. Промышленность выпускает много модификаций люминесцентных светильников разной конфигурации и декоративных рисунков рассеивателя.

Спальня кроме общего освещения может иметь светильник возле туалетного столика. Лучше всего устроить двухстороннее освещение. Источник света располагают на уровне головы человека, сидящего у столика, чтобы был мягкий, рассеянный свет белого или чуть розового оттенка. Свет, падающий сверху, дает глубокие тени на лице.

Прихожая должна быть ярко освещена: висячий светильник или плафон под потолком, а также бра, лучше всего с обеих сторон зеркала и примерно на уровне головы.

Детская комната — рекомендуется общее освещение, специальное (над рабочим столом и местом для игр) и ночник. В комнатах для детей дошкольного возраста светильники, выключатели и штепсельные розетки ставятся в местах, не доступных для детей. Проводка лучше всего скрытая. В детских комнатах не следует ставить настольных ламп, падение их может вызвать несчастный случай. Над рабочим местом ребенка желательно иметь настенную лампу на шарнирных кронштейнах, прикрепленную с левой стороны стола. Абажур висячей лампы должен быть сделан из материала, рассеивающего свет. Абажур настенной лампы из непрозрачного материала должен давать узкую полоску света, сосредоточенного на рабочем месте. Освещение комнаты достаточно яркое, но без резкого перехода от света к тени.

Кухня может иметь общее освещение и местное — над рабочим столом хозяйки, над плитой. Для освещения кухонного стола, мойки, плиты очень удобны лампы дневного света: они более прочны, а энергии расходуют в четыре раза меньше, чем обычные лампы. Над обеденным столом люминесцентные лампы устанавливать не рекомендуется, они придают продуктам бледный, неаппетитный вид.

Ванная — рекомендуется ставить сверху плафон, освещающий всю комнату. Здесь можно применять лампы накаливания и люминесцентные.

В **подсобных помещениях** светильники выбирают по назначению и условиям окружающей среды.

Сухие складские помещения — следует применять светильники со стеклянным отражателем, предотвращающим выкалывание колбы лампы при эксплуатации (ПСХ-60, НСП-03, НСП-01).

Погреб, коридоры, сени, веранды освещаются светильниками, изготовленными для помещений с повышенной влажностью, или подвесными патронами, изготовленными из фарфора (НБО-60, ПСХ-60, ПСХ-75).

Сараи, а также полубоксы помещения для содержания скота, птицы освещаются светильниками, рассчитанными для помещений с химически активной средой. К ним относятся «Астра-1», «Астра-2», «Астра-11», «Астра-12» и т.д.

Мощность ламп для жилых комнат выбирают исходя из удельной мощности, т.е. около **10 Вт на один квадратный метр площади**. Для нежилых помещений квартиры предусматривается удельная мощность **6 Вт/м²**.

Светильники с люминесцентными и ртутными лампами применяют для освещения помещений, где выполняют работу большой и средней точности, а также в производственных помещениях с недостаточным или отсутствующим естественным освещением, во вспомогательных помещениях с постоянным пребыванием людей при нормируемой освещенности выше 100 лк. Светильники с этими типами ламп и прожекторы с лампой ДРЛ рекомендуются для освещения дворовых территорий и открытых пространств, требующих повышенной освещенности. Кроме того, светильники с люминесцентными лампами ДДЦ применяют в помещениях, где выполняются работы, требующие распознавания цветовых оттенков.

Светильники с ртутными лампами целесообразно применять при высоте помещения более 6 м, где не требуется правильного различия цветов.

Оптимальное искусственное освещение

Оптимальное искусственное освещение должно обеспечивать равномерную и достаточную освещенность жилища. **Общую освещенность** в комнате можно считать достаточной, если эта освещенность эквивалентна мощности ламп накаливания **15..25 Вт на 1 м² площади**.

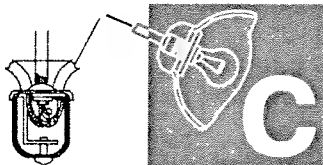


Пример. Для освещения различных функциональных зон квартиры можно применять лампы накаливания, исходя из такого минимального значения освещения (люкс): общее освещение (на уровне пола) — 30; кухня — 75; поверхности рабочего стола — 100; обеденной зоны — 50; зоны отдыха — 30.

Компьютерные рабочие места

Контрольные цифры для освещения компьютерных рабочих мест установлены в **DIN 5035, части 2**, а также директивой ЕС для компьютерных рабочих мест 90/270 EWG, приложение которой содержит приведенные ниже рекомендации. Более подробные технические характеристики приводятся в нормах **DIN 5035-7** и **DIN 66234-7**.

Общее освещение и/или специальное освещение (рабочие лампы) должно иметь такие параметры, количество и расположение источников света, чтобы были гарантированы необходимые условия освещения, достаточный контраст между монитором и окружением, исходя из вида деятельности и нагрузки на зрение пользователя.



СВЕТИЛЬНИКИ

Основные типы светильников

Определение

Светильник — источник света (лампа, лампы), заключенный в осветительную арматуру. Источниками света служат лампы накаливания, галогенные лампы накаливания, газоразрядные и люминесцентные.

Появление светильника

Человечеству потребовалось несколько тысяч лет, чтобы пройти путь от первых масляных ламп и факелов до создания свечи и всего 150 лет для того, чтобы перейти от первых экспериментов с электрическим током для целей освещения к современной светотехнике. В 1854 году Генрих Гебель впервые представил изобретенную им лампу с бамбуковыми нитями накала. В 1873 году А.Н. Ладыгин демонстрирует освещение лампами накаливания улицы в Петербурге. В 1879 году Эдисон получил патент на лампу накаливания с платиновой спиралью, а в 1880 году — на лампу накаливания с угольной нитью, поддерживаемой металлическими проводниками.

В 1936 году были изобретены газоразрядные лампы, которые стали основным источником искусственного света. В 1972 году появились галогенные лампы, получившие самое широкое использование в быту. В середине 80-х годов прошлого столетия в массовое производство были запущены компактные люминесцентные лампы. Наряду со стремительной эволюцией самих ламп активно развивалось направление светильников. Разрабатывались все более совершенные и безопасные материалы, из которых сами светильники становились неповторимыми шедеврами. В последние десятилетия в комплектующих светильников стала активно применяться электроника. Так что же такое светильник?

Понятие светильника

Для распределения светового потока в нужном направлении и защиты от слепящего действия электрические лампы устанавливаются в **арматуре**. Лампа вместе с арматурой называется **светильником**. Арматура перераспределяет световой поток в нужном направлении, защищает источник света от пыли, влаги и др. Светильники располагают по возможности в местах, удобных и безопасных для обслуживания. Типы светильников выбираются в зависимости от характера окружающей среды, высоты подвеса, светотехнических требований и интерьера помещения.

Для защиты глаз наблюдателя от слепящего действия раскаленной нити лампы накаливания каждый светильник должен иметь определенное значение защитного угла (рис. 10.1).

Светильники предназначены для рассеивания света ламп накаливания (устранения слепящего эффекта) и придания эстетических форм осветительной системе. Защита от слепящего действия ламп в светильниках достигается применением светорассеивающих оболочек (рассеивателей), экранирующих решеток и колец, а также соответствующим заглублением ламп в арматуре. Этими мерами создается защитный угол, под которым не видна нить накала или светящаяся поверхность лампы. Светильники также предохраняют лампы накаливания от прикосновений к ним, в ряде случаев от попадания влаги, пыли.

Назначение светильников

Правильно собранный светильник делает осветительную систему с лампами накаливания безопасной и эффективной в работе. По типу систем освещения, в которых применяют светильники, они делятся на следующие разновидности, приведенные в табл. 10.1.

Классификация светильников по назначению

Таблица 10.1

Разновидности светильников	Назначение
Светильники общего освещения (подвесные, потолочные, настенные, напольные, настольные)	Для общего освещения помещений
Светильники местного освещения (настольные, напольные, настенные, подвесные, приставляемые, встраиваемые в мебель)	Для обеспечения освещения рабочей поверхности в соответствии с выполняемой зрительной работой
Светильники комбинированного освещения (подвесные, настенные, напольные, настольные)	Выполняют функции как светильника общего, так и местного освещения или одновременно обе функции
Декоративные светильники (настольные, настенные)	Выполняют функцию элемента убранства интерьера
Светильники для ориентации — ночники (настольные, настенные)	Для создания освещения, необходимого для ориентации в жилых помещениях в темное время суток
Экспозиционные светильники (настольные, настенные, приставляемые, встраиваемые, потолочные, подвесные, напольные)	Для освещения отдельных объектов

Измерение условного защитного угла

Важной светотехнической характеристикой светильника является **условный защитный угол**. Его величина характеризует зону, в пределах которой глаз наблюдателя защищен от прямого действия лампы. Согласно методике, принятой Британским институтом по эксплуатации зданий (CIBSE Lighting Guide LG3) величина защитного угла измеряется между вертикалью и линией, касательной к светящемуся телу лампы и краю отражателя или непрозрачного экрана. Чем меньше значение угла, тем меньше раздражающее воздействие прямого света лампы на глаза человека, находящегося в помещении, а значит и ниже утомляемость при работе с документами или мелкими объектами.

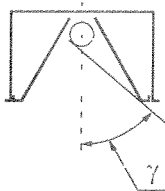


Рис. 10.1.
Измерение условного
защитного угла по
CIBSE LG3

В зависимости от величины защитного угла европейские строительные нормы делят светильники для освещения общественных помещений на три категории (Германия DIN 5035, Великобритания CIBSE LG3). Категории регламентируют возможность использования светильников в офисных помещениях определенного назначения.

Полезные определения

Отражатели — это светоправляющие устройства, работающие на базе отражающей поверхности. Они могут быть зеркальными и рассеивающими.

Рассеивающие отражатели в основном покрываются белым лаком. КПД и распределение света определяются прежде всего глубиной установки лампы и габаритами отражателя. Его форма оказывает незначительное влияние.

Зеркальные отражатели на сегодняшний день почти без исключения изготавливаются из полированного и анодированного алюминия, поэтому контур отражателя играет решающую роль. Практическое значение на сегодняшний день имеют следующие формы зеркальных отражателей:

- **сферические отражатели** отбрасывают свет в фокус, они часто применяются, как дополнительные отражатели для концентрированных световых пучков и в автомобильных фарах.
- **эллипсоидальные отражатели** направляют свет во второй фокус. С помощью такого отражателя можно управлять большим количеством света из малых отверстий при условии, что при этом используются маленькие лампы с высокой яркостью. Недостатком является высокая температура в фокусе, объясняющаяся узкой фокусировкой направленностью света.
- **параболические отражатели** выстраивают свет от источника света в своем фокусе параллельно. Максимальное значение силы света определяется яркостью источника света и отверстием (проемом) отражателя. Параболические отражатели в основном применяются в автомобильных фарах и прожекторах.

Светильник — прибор, перераспределяющий, фильтрующий и преобразующий свет, излучаемый одной или несколькими лампами и содержащий все необходимые детали для

установки, крепления его и ламп, но не сами лампы, а также электрические цепи и элементы для присоединения его к электрической сети.

КПД светильника — величина, которая отражает отношение светового потока светильника к световому потоку установленной в нем лампы. Является важным критерием оценки энергоэкономичности светильника. **Светильник автономный** — светильник с индивидуальным источником питания.

Светильник вешающийся — опорный светильник для установки на вертикальной опоре.

Светильник встраиваемый — светильник, предназначенный для полного или частичного встраивания в монтажную полость. Термин относится к светильникам, предназначенным для работы в замкнутых объемах, устанавливаемым в специальной полости, например, в подвесные потолки.

Светильник консольный — опорный светильник, световой центр которого смещен относительно вертикали, проходящей через точку крепления опоры.

Светильник напольный (торшер) — опорный светильник для установки на полу.

Светильник настенный (бра) — светильник, для установки на вертикальную поверхность.

Светильник настольный — опорный светильник, для установки на столе или другой мебели.

Светильник опорный — светильник, для установки на верхней стороне горизонтальной поверхности или крепления к ней с помощью стойки или опоры.

Светильник переносной — светильник, который при нормальном использовании может легко перемещаться с места на место без отключения от электрической сети. К переносным светильникам относятся настольные светильники с несъемным гибким кабелем или шнуром, снабженным штепсельной вилкой, и светильники, которые могут быть закреплены на основании при помощи винтов-барашков, зажимов или крючков так, чтобы обеспечивалось быстрое снятие их с основания вручную.

Светильник подвесной — светильник, который крепится к опорной поверхности снизу при помощи элементов подвеса высотой более 0,1 м.

Светильник потолочный — светильник, который крепится к потолку непосредственно или с помощью элементов крепления высотой не более 0,1 м.

Светильник приставляемый — светильник, жестко прикрепляемый непосредственно к поверхности мебели или оборудования.

Светильник регулируемый — светильник, основная часть которого может изменять положение в пространстве при помощи шарниров, пантографов и гибких стоек, телескопических и подобных устройств. Регулируемый светильник может быть стационарным или переносным.

Светильник ручной — переносной светильник, который во время работы располагается в руке или крепится к частям одежды человека.

Светильник сетевой — светильник, питаемый от электрической сети.

Светильник стационарный — светильник, который нельзя переносить с одного места на другое, или крепление которого выполнено так, что его перемещение возможно только при помощи инструмента. Как правило, стационарные светильники рассчитаны на постоянное присоединение к электрической сети без помощи штепсельных вилок или подобных устройств. Примерами светильников, предназначенных для использования в труднодоступном месте, являются подвесные и потолочные светильники.

Классификация светильников

Искусственный свет, конечно, полностью не может заменить свет природный, но без него было бы невозможно развитие цивилизации. Источником искусственного света является электрическая энергия, которую, по последним данным энергетиков, используют около 20% от всей выработанной в России электроэнергии на искусственное освещение.

С другой стороны, мало преобразовать электрическую энергию в световую. Необходимо обеспечить производство **качественных бытовых и промышленных светильников**, способствующих выполнению человеком разнообразных функциональных процессов и обеспечение комфорта в его жизнедеятельности.

Кроме того, чрезвычайно важно обеспечить **полную безопасность пользователей** бытовых светильников, в большинстве своем малознакомых с правилами обращения с электроприборами, выделяющими достаточно большое количество тепла, и защитить человека от возможных поражений электрическим током и от возгораний при их эксплуатации.

В России в настоящее время действуют **две системы стандартов** на бытовые светильники — ГОСТ издания 1972 года и ГОСТ издания 1997...1999 годов. Естественно, что первые из упомянутых стандартов морально устарели и не отвечают многим законам и мировым стандартам. Вторая же система основана на передовых достижениях науки и техники и, по существу, является аутентичным переводом стандартов, разработанных **Международной Электротехнической Комиссией (МЭК)**. Поэтому приведенные технические нормы, правила и требования к бытовым светильникам основаны преимущественно на стандартах МЭК, но в необходимых случаях даны также и ссылки на требования отечественной системы стандартов.

Российские стандарты предусматривают следующие типы светильников:

- А** — светильники стационарные общего назначения.
- Б** — светильники встраиваемые.
- В** — светильники для освещения улиц и дорог.
- Г** — светильники переносные общего назначения.
- Д** — прожекторы заливающего света.
- Е** — светильники с встроенными трансформаторами для ламп накаливания.
- Ж** — светильники переносные для использования в саду.
- З** — светильники ручные сетевые.
- И** — светильники для фото- и киносъемки (непрофессиональные).
- К** — светильники переносные детские игровые.
- Л** — светильники для освещения сцен теле- и киностудий (внутри и снаружи).
- М** — светильники для плавательных бассейнов и аналогичного применения.
- Н** — светильники вентилируемые (требования безопасности).
- О** — гирлянды световые.
- П** — в настоящее время не используется.

- Р** — светильники для аварийного освещения.
С — осветительные системы сверхнизкого напряжения для ламп накаливания.
Т — светильники с ограничением температуры поверхности.
У — светильники для использования в клинических зонах больниц.

В зависимости от типа источника света различают:

- светильники с лампами накаливания;
- светильники с галогенными лампами накаливания;
- светильники с люминесцентными лампами;
- светильники с газоразрядными лампами, и ряд других.

По соотношению светового потока, направленного вверх, к световому потоку, направленному вниз, выделяют:

- светильники **прямого света** (весь или почти весь световой поток направлен вниз);
- светильники **рассеянного света** (световой поток, направленный вверх равен световому потоку, направленному вниз (как, например, у хрустальной люстры));
- светильники **отраженного света** (весь или почти весь световой поток направлен вверх).

Промышленностью выпускается множество светильников, и это разнообразие не случайно. Объясняется это тем, что светильники должны гармонично сочетаться с размерами, формой, высотой, окраской и назначением помещений, мебелью. Кроме того, лампы, установочные устройства, декоративные материалы совершенствуются, что открывает широкие возможности перед создателями светильников. Не смущайтесь поэтому, если на практике встретятся светильники, отличающиеся от тех, которые здесь описаны, или укомплектованные другими установочными устройствами.

Установка светильников в помещении производится в зависимости от условий окружающей среды. Для предохранения источника света от воздействий окружающей среды светильники выполняются различного исполнения по степени защиты.

Оценка светораспределения светильника

Светораспределение оценивают с помощью кривой силы света (КСС). Чем больше она напоминает овал, вытянутый вдоль оси светового потока, тем уже считается кривая и тем лучше освещенность в центре светового пятна. Вид этой кривой — важнейшая характеристика источника света. От того, как распределяется в пространстве световой поток светильника общего освещения, очень сильно зависит наша способность точно различать мелкие детали предметов.

Светильники с узкой кривой силы света лучше применять в помещениях с высокими потолками. Эти светильники обладают высокой контрастностью, направленностью, резкими тенями, экономичностью. Они преимущественно освещают горизонтальные поверхности. Для того чтобы смягчить освещение, необходима светлая отделка помещения, в том числе и пола. Такого рода устройства с зеркальными галогенными лампами, устанавливаемые на шинопроводах (что достаточно удобно), часто применяются для акцентированной подсветки картин, скульптур и других предметов.

Светильники со средней кривой силы света применяются для создания общего освещения с мягкими световыми переходами, достаточной насыщенностью светом, умеренной контрастностью и сбалансированным распределением яркости в помещениях с обычной высотой потолков.

Светильники с широкой кривой силы света лучше подходят для общего освещения помещений с низкими потолками и создают хорошую освещенность вертикальных и наклонных поверхностей, обеспечивают равномерное распределение света. Но у таких светильников мал защитный угол, и требуется хорошо продуманная установка, чтобы избежать попадания света прямо в глаза.

Классификация и маркировка светильников

Действующие системы стандартов

На каждый из видов светильников имеется свой **государственный стандарт**, который устанавливает обязательные требования к их качеству, в том числе показатели безопасности для жизни, здоровья, имущества потребителя и для окружающей среды при обычных условиях его эксплуатации.

Сертификаты соответствия светильников выдают после тщательной проверки их на соответствие требованиям этих стандартов.

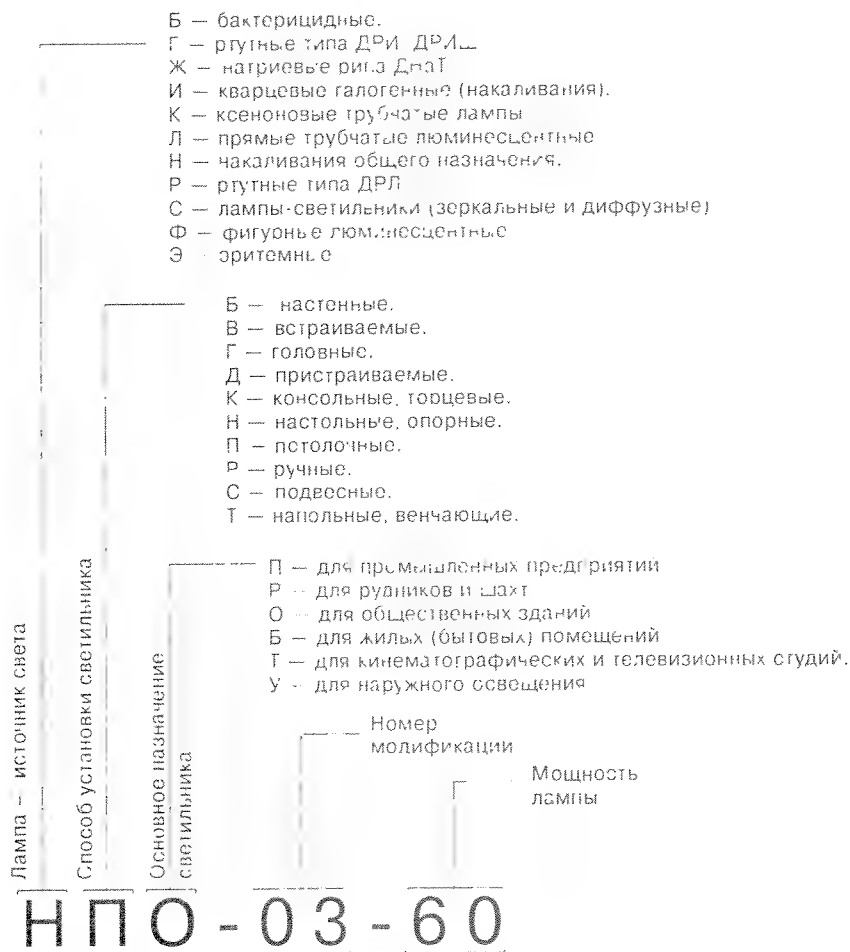
Вместе с тем, для проведения сертификации светильников отечественного производства необходимо иметь условное обозначение светильников, которое установлено ГОСТ 17677. Это обозначение предусматривает классификацию светильников по типу применяемого источника света (**первая буква** в обозначении), по способу установки светильника (**вторая буква**) и по основному назначению светильника (**третья буква**).

Светильнику может быть присвоен шифр (условное обозначение).



Пример.

Светильник, предлагаемый компанией «Грандвей» (www.grandway.ru), под маркировкой ИПО-03-60. Первая буква «И» обозначает, что в светильнике используется лампа накаливания общего назначения, буква «П» говорит о том, что этот светильник следует крепить к потолку помещения, а буква «О» назначает нашему светильнику быть использованным в общественных зданиях. Цифра «03» означает модификацию прибора, а цифра «60» — максимальную мощность используемой лампы накаливания.



Двухзначное число (01...99) обозначает номер серии.

Кроме того, могут на светильниках выпуска прошлых лет стоять дополнительные цифры (цифра), которые обозначают количество ламп в светильнике. Могут быть и другие группы:

6-я группа — цифры, обозначающие мощность ламп, Вт.

7-я группа — цифры (000...999), обозначающие номер модификации.

8-я группа — буква (или буквы), обозначающая климатическое исполнение:

У — для районов с умеренным климатом;

Т — для районов с тропическим климатом, и т.д.:

и цифра, обозначающая категорию размещения светильников:

- 1 — на открытом воздухе;
- 2 — под навесом и другими полукрытыми сооружениями;
- 3 — в закрытых не отапливаемых помещениях;
- 4 — в закрытых отапливаемых помещениях.

Может быть уточнение по степени защиты от взрыва:

- В** — взрывобезопасные;
- Н** — повышенной надежности против взрыва.

Каждая серия объединяет светильники, имеющие конструктивные особенности, определяемые примененным материалом и формой рассеивающих и экранирующих элементов, характером обслуживания, способом подвески (на трубу, на крюк, на трос и т.д.), способом присоединения к питающей сети (через штепсельный разъем, клеммную колодку или непосредственно к проводке). Конструкции большинства светильников предусматривают **встроенный штепсельный разъем**.



Пример.

НСБ56-3х60-077 — подвесной светильник для жилых помещений с тремя лампами накаливания по 60 Вт серии 56 модификации 077.

Категории светильников для помещений с ПК

Категория I. К категории I относятся светильники, которые обеспечивают среднюю яркость не более 200 кд/м^2 при угле возвышения свыше 55° градусов со всех направлений. Использование светильников категории I снижает утомляемость персонала при длительной работе с документами, позволяет существенно снизить количество механических ошибок при вводе данных.

Светильники категории I в обязательном порядке должны устанавливаться в помещениях, где используется большое количество ПК, а операторы постоянно работают за мониторами. Соблюдение этого требования особенно важно в случаях, когда помещение имеет значительные размеры или используются мониторы с большой диагональю экрана и повышенным разрешением.

Категория II. К категории II относятся светильники, которые обеспечивают среднюю яркость не более 200 кд/м^2 при угле возвышения свыше 65° градусов со всех направлений. Такие светильники могут применяться в офисных помещениях, где используется относительно небольшое количество компьютерной техники, а персонал не работает постоянно за мониторами.

Категория III. К категории III относятся светильники, которые обеспечивают среднюю яркость не более 200 кд/м^2 при угле возвышения свыше 75° градусов со всех направлений. Такие светильники могут применяться в офисных помещениях, где эпизодически используется небольшое количество компьютерной техники.

Знаки сертификации

Светильники всех серьезных производителей сертифицированы в соответствии с требованиями «Закона о сертификации продукции и услуг». Часть светильников прошла сертификацию «Союза немецких электротехников» (Институт сертификации и испытаний — VDE-PZl). Наличие сертификата удостоверяет соответствие светильника действующим техническим стандартам и его безопасность. Сертификат VDE обладает прямым действием в странах Европейского союза и признается органами РОСТЕСТ.

Кроме того, все изделия маркируются знаком СЕ, свидетельствующим о соответствии изделия требованиям директив Совета Европы к качеству потребительских изделий. Знак СЕ наносится изготовителем под собственную ответственность в добровольном порядке и не является символом какой-либо контрольно-испытательной организации. Сертификационные знаки наносятся на индивидуальную и групповую упаковку всех типов светильников, а также на корпуса светильников с люминесцентными и газоразрядными лампами.

Маркировка светильников

На светильнике и на упаковочной таре наносится четкая и прочная маркировка, обеспечивающая его правильный монтаж и эксплуатацию. Маркировка может быть нанесена любым способом, обеспечивающим ее стойкость в течение всего срока службы светильника — на наклеиваемых ярлыках, штамповкой, гравировкой и т.п. Как правило, маркировка наносится в виде специальных символов (знаков). Расположение маркированных данных зависит от их важности. Расшифровка знаков показана в табл. 10.2.

Маркировка, наносимая на тыльную часть светильника и видимая при его монтаже и подготовке к работе:

- товарный знак изготовителя или его наименование;
- нормируемое напряжение в вольтах (на светильниках с лампами накаливания его указывают, если оно отличается от 250 В);
- символ класса защиты II или III, если светильник соответствует одному из этих классов; классы защиты 0 и I символов не имеют и в маркировке не указываются;
- слово «светильник» и обозначение типа светильника и (или) номер артикула;
- символ о возможности или о невозможности установки светильника на опорную поверхность из сгораемого материала. Кроме символа о невозможности установки на поверхность из сгораемого материала, в эксплуатационном документе обязательно должно быть предупредительное указание об этом;
- символ светильника, предназначенного для встраивания;
- символ заземляющего контакта;
- месяц и год изготовления светильника.

Маркировка, наносимая на наружную часть светильника (за исключением стороны, соприкасающейся с опорной поверхностью) или внутри его, видимая при замене лампы:

- количество и максимально допустимая мощность используемых ламп (в виде $N \times P$, где N — число ламп, P — мощность). В одноламповых светильниках число ламп не указывают.
- информация о лампах специального назначения, если требуется, например, символ ламп с зеркальным куполом или о галогеновых лампах с дихроичным отражателем.

Маркировка, видимая на смонтированном для нормальной эксплуатации и полностью укомплектованном светильнике:

- код IP (степень защиты), если он отличается от кода IP20;
- символ, обозначающий минимальное расстояние до освещаемого объекта для светильников, которые могут вызвать перегрев освещаемых объектов;
- предельно допустимая температура окружающей среды ($t_a = N^\circ\text{C}$), если она отличается от 25°C .

Потребительская тара должна иметь художественно оформленную маркировку, содержащую:

- слово «светильник»;
- условное обозначение светильника или условное наименование предприятия-изготовителя или товарный знак;
- артикул по каталогу;
- розничную цену или надпись «цена договорная» («цена свободная»).

Расшифровка маркировочных символов на светильниках

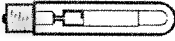
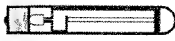
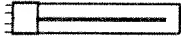
Таблица 10.2

Символ	Значение символа
 ME 64	«Знак соответствия» в системе сертификации России с указанием условного обозначения организации (ME 64) — выдавшей изготовителю сертификат
	Знак VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker — Союз германских электротехников) удостоверяет нормативную conformidad светильника или другого светотехнического изделия и его безопасность — электрическую, пожарную, токсическую и др.
	Знаком GS («испытанная безопасность» — упоминаний контрольный пункт) удостоверяет соответствие продукции Федеральному закону ФРГ о безопасности бытовых и других электроприборов
	Знак VDE-EMV («электромагнитная совместимость») подтверждает conformidad изделия общеевропейским нормам ограничения электромагнитных помех; обратное воздействие электрического прибора на питающую сеть; защита от радиопомех; помехоустойчивость

Таблица 10.2 (продолжение)

Символ	Значение символа
	Бережь от влаги
	Запрещение применения ламп холодного света
	Знак «Зеленая точка» свидетельствует, что производитель платит взносы в организацию, финансирующую переработку упаковочных материалов
	Знак «ресайклинг» (переработка) означает, что предметы поддаются переработке или получены из вторичного сырья и полимеров
	Маркировка способа складирования: n — число последнего допустимого ряда в штабеле
	Минимальное расстояние до освещаемого объекта: метров
	Нормируемая максимальная температура окружающей среды, °C
	Сткрывать упаковку в указанном месте
	Подтверждение соответствия товара основным требованиям Европейского Союза (ЕЭС). Знак CE (Conformité Européenne) не является знаком какой-либо контрольно-испытательной организации и не свидетельствует о гарантии того или иного вида безопасности. Однако все производители и импортеры обязаны под собственную ответственность наносить этот знак на светильник, на его упаковку или вносить в сопроводительную документацию, поскольку знак CE является условием для сбыта изделий в странах ЕС, а также символом соответствия изделия, произведенного в странах ЕС, требованиям ряда директив Совета ЕС: 1) с 01 01 96 все изделия, на которые распространяется действие нормативных документов Совета Европейского Союза об электромагнитной совместимости, должны маркироваться знаком соответствия CE; 2) с 01 01 97 действие вышеуказанных документов распространяется и на изделия, которые должны соответствовать требованиям с низковольтной аппаратуре
	Знак ENEC (European Norms Electrical Certification) — Европейские нормы сертификации электротехнических изделий — является общеввропейским испытательным и сертификационным знаком, присваиваемым светильникам, проекторам, другим СП и их электротехническим и электронным компонентам, ПРА, трансформаторам. Знак ENEC подтверждает соответствие изделия действующему комплексу единых Европейских норм EN EN 60598 и может предоставляться 22 европейскими контрольно-испытательными центрами. В Германии знак ENEC в комбинации со знаком VDE присуждается испытательным и сертификационным институтом VDE в Оффенбахе. Подтверждение соответствия товара основным электротехническим нормам ЕЭС сопровождается двухзначным кодом страны-изготовителя (XX) 01 — Испания 07 — Польша 13 — Швейцария 02 — Бельгия 08 — Франция 14 — Швеция 03 — Италия 09 — Греция 15 — Дания 04 — Португалия 10 — Германия 16 — Финляндия 05 — Нидерланды 11 — Австрия 17 — Норвегия и т.д. 06 — Ирландия 12 — Великобритания

Таблица 10.2 (окончание)

Символ	Значение символа
	Правильное вертикальное расположение груза
	Светильники для тяжелых условий эксплуатации
	Хрупкость груза — требуется осторожное обращение
	Класс защиты I: защиту от пробоя обеспечивает не только рабочая изоляция (на всех частях осветительного прибора), но и заземление токопроводящих, доступных для прикосновения частей, гибким проводником со стороны питающей сети. Клемма для подсоединения защитного заземления
	Класс защиты II: двойная усиленная изоляция — токоведущие части снабжаются дополнительной (к рабочей) защитной изоляцией. Подсоединение заземления запрещается
	Класс защиты III: от поражения электрическим током
	Светильники, пригодные для монтажа на опорных поверхностях из нормально возгораемых материалов (с температурой воспламенения $>200^{\circ}$)
	Светильники, предназначенные для встраивания
	Светильники, предназначенные для установки на невоспламеняемые поверхности
	Степень защиты светильников от проникновения твердых тел, пыли и влаги (см. табл. 10.3 и 10.4)
	Металлогалогенная лампа (ДРИ)
	Нагреваемая лампа (ДНАТ)
	Ртутная лампа (ДРЛ)
	Компактная люминесцентная лампа
	Трубчатая люминесцентная лампа
	Лампа с зеркальным куполом
	Рефлекторная лампа накаливания

Степени защиты от проникновения твердых тел, пыли, влаги

Степень защиты светильника показывает возможности защиты от проникновения инородных тел и воды. Для светильников минимальное требование для помещений составляет IP20.

Степень защиты светильников в соответствии со стандартом МЭК529 и Европейскими нормами EN 60598.

Для обозначения степени защиты от воздействий окружающей среды используется система кодов IP (Ingress Protection). IP состоит из двух цифр.

Первая цифра — степень защиты от твердых тел и пыли (табл. 10.3).

Степени защиты светильников от твердых тел и пыли

Таблица 10.3

Краткое описание	Краткое объяснение к тому, какие инородные тела не должны попадать внутрь корпуса	Цифра IP...	Символ согласно МЭК 598
Защита отсутствует	Никакой особой защиты	IP0X	нет
Защита от твердых тел			
> 50 мм	Тела с большой поверхностью напр. кисть руки (однако никаких профилактических мер против намеренного прикосновения) Твердые тела размером более 50 мм	IP1X	нет
> 12 мм	Палец или соразмерный предмет длиной до 80 мм. Твердые тела размером более 12 мм	IP2X	нет
> 2,5 мм	Инструменты, провода и т.п. с диаметром или толщиной >2,5 мм. Твердые тела размером более 2,5 мм	IP3X	нет
> 1 мм	Провода или ленты толще, чем 1 мм. Твердые тела размером более 1 мм	IP4X	нет
Частичная защита от пыли			
(пылезащищенный. dust protected)	Попадание пыли не исключено полностью, но пыль попадает в количестве, не способном нарушить нормальную работу	IP5X	
Полная защита от пыли			
(пыленепроницаемый. dust-tight)	Попадание пыли полностью исключено	IP6X	



Пример.

Для обозначения степени защиты согласно EN 60 598: IP54 — светильник, защита от пыли и струй воды. Если в описании, например, требуется только одна цифра для степени защиты, то на месте отсутствующего показателя ставится X. Например, IPX4 — светильник с защитой от струй воды.

Вторая цифра — степень защиты от влаги (табл. 10.4).

Степень защиты светильников от влаги

Таблица 10.4

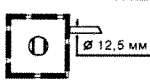
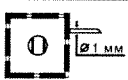
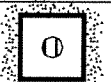
Краткое описание	Подробности к профилактическим мерам для защиты корпуса	Цифра IP...	Символ согласно МЭК 598
Защита отсутствует	Никакой особенной защиты	IPX0	нет
Защита от капель воды	Падающие вертикально капли воды не оказывают вредного воздействия	IPX1	нет
Защита от капель воды под углом до 15°	Капли воды, падающие под углом до 15° от вертикали, не оказывают вредного воздействия	IPX2	нет
Защита от дождя	Дождь, падающий под углом до 60° от вертикали, не оказывает вредного воздействия	IPX3	 rainproof
Защита от капель и брызг	Капли и брызги, попадающие на корпус с произвольного направления, не оказывают вредного воздействия	IPX4	 splash-proof
Защита от струи воды	Водяные струи, выбрасываемые с произвольного направления, не оказывают вредного воздействия	IPX5	 jetproof
Защита от динамического воздействия потоков воды или сильной струи воды	Потоки воды (морская волна) или сильная струя воды не должны проникать в корпус	IPX6	нет
Защита от проникновения воды при погружении	При погружении на определенную глубину и время вода не должна проникать внутрь корпуса в опасном количестве	IPX7	 waterproof
Защита от проникновения воды при неограниченном времени погружения	Прибор рассчитан на длительное погружение под воду на определенную глубину. Условия погружения определяются изготовителем. В ряде случаев это означает, что прибор полностью герметизирован. Для определенных приборов, однако, это может означать, что вода, хотя и проникает внутрь, она, тем не менее, не вызывает повреждений	IPX8	 m pressure-water-tight

Методы испытаний степени защиты

Рассмотрим схемы методов испытаний степени защиты (IP) осветительных приборов от проникновения посторонних твердых тел, пыли и воды (табл. 10.5, 10.6). Маркировка светильников в зависимости от степени защиты представлена в табл. 10.7. Испытания проводятся в соответствии со стандартом Международной электротехнической комиссии (МЭК) IEC598 и Европейскими нормами EN 60598. Подробное описание методики испытаний соответствующих устройств и установок описаны в стандарте МЭК «Приборы световые» (публикация IEC598 раздел 9).

Защита от пыли

Таблица 10.5

Первая цифра IP	Вид защиты	Схема метода испытаний	
0	Защиты нет	Не испытываются	
1	Защита от твердых тел размером > 50 мм		Шарик $\varnothing 50$ мм и стандартный испытательный шуп
2	Защита от твердых тел размером $> 12,5$ мм		Шарик $\varnothing 12,5$ мм и стандартный испытательный шуп
3	Защита от твердых тел размером $> 2,5$ мм		Стандартный испытательный шуп или жесткий провод $\varnothing 2,5$ мм
4	Защита от твердых тел размером $> 1,0$ мм		Стандартный испытательный шуп или жесткий провод $\varnothing 1,0$ мм
5	Частичная защита		Камера пыли (циркуляция талька)
6	Полная защита от пыли		Камера пыли (циркуляция талька)

Защита от воды

Таблица 10.6

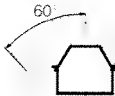
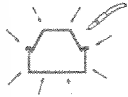
Вторая цифра IP	Вид защиты	Схема метода испытаний	
0	Защиты нет	—	
1	Защита от капель, падающих вертикально		Оросительная система в камере искусственного дождя
2	Защита от капель, падающих под углом 15°		Оросительная система в камере искусственного дождя
3	Защита от капель, падающих под углом 60°		Дождевальная установка с поворотным выходным патрубком
4	Защита от капель, падающих под разным углом		Дождевальная установка с поворотным выходным патрубком

Таблица 10.6 (продолжение)

Вторая цифра IP	Вид защиты	Схема метода испытаний	
5	Защита от кинель падающих под любым углом		Гидронасос со шлангом и насадкой $\geq 6,3$ мм. Расход воды 12,5 л/мин
6	Защита от динамического воздействия потоков воды: морская волна		Гидронасос со шлангом и насадкой $\geq 12,5$ мм. Расход воды 100 л/мин
7	Защита от попадания воды при погружении на определенную глубину и время		Погружение в ванну с водой на глубину 1 метра
8	Защита от попадания воды при погружении на определенную глубину и время при испытании	Испытание по методике, согласованной с заказчиком или конечным потребителем	

Маркировка светильников (степени защиты)

Таблица 10.7

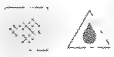
Символ	Значение
	Класс защиты IP1: защита от протекания обеспечивается подключением ОП к системе питания малым защитным напряжением (SELV — Safety Extra Low Voltage)
	Светильники пригодные для монтажа на опорных поверхностях из нормально возгораемых материалов (температура воспламенения $>200^{\circ}\text{C}$)
	Светильники с ограниченной температурой нагрева поверхности корпусов и других элементов. Использование таких ОП необходимо в ОУ производственных помещений, где возможно выделение и осаждение горючей пыли или взвешенных веществ. Должен быть соблюден предписанный способ монтажа
	Знак для электротехнических компонентов ОП (трансформаторов, ПРА) с температурной защитой. В треугольнике обозначается максимально допустимая и ограничиваемая температура корпуса (в градусах Цельсия)
	Светильники и другие ОП с этим знаком защищены от проникновения капель влаги (степень защиты IPX1 — от капель, падающих вертикально, IPX2 — от капель, падающих сверху под углом 15° к вертикали). Светильники защищены от попадания капель или брызг, падающих сверху под углом к вертикали $<60^{\circ}$ (соответствует степени защиты IPX3 — для незащищенных ОП)
	Брызгозащищенные светильники (степень защиты IPX4: защита от капель или брызг, падающих под любым углом)
	Пылезащищенные светильники (степень защиты IPX5)
	Пыле- и брызгозащищенные светильники (степень защиты IP54)

Таблица 10.7 (продолжение)

Символ	Значение
	Пыле- и струезащитные светильники (степень защиты IP55, защита от струй, падающих под любым углом)
	Пыленепроницаемые и струезащитные светильники (степень защиты IP56)
	Взрывозащищенное исполнение ОП
	Максимально допустимая (отличная от 25°C) температура окружающего воздуха при которой может эксплуатироваться светильник
	Минимальное расстояние до освещаемой поверхности (в метрах)

Классы защиты светильников

Светильники должны быть не только красивыми и излучать высококачественный свет. Они должны обеспечивать и максимальную безопасность. Такая безопасность может быть гарантирована только при условии соответствия светильников техническим требованиям международных директив по безопасности.

Классы защиты от электрического удара

Для электрической надежности светильников требуются профилактические меры, предотвращающие возникновение напряжения на доступных для прикосновения металлических частях. Подразделение на классы защиты дает справку о каждой такой мере защиты (табл. 10.8).

Классы защиты от электрического удара

Таблица 10.8

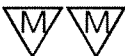
Класс защиты	Символ	Меры защиты
I		Защиту от пробоя обеспечивает не только рабочая изоляция (на всех частях ОП), но и заземление токопроводящих, доступных для прикосновения частей гибким проводником со стороны питающей сети. Этим символом обозначается клемма для подсоединения защитного заземления
II		Двойная усиленная изоляция — токоведущие части снабжаются дополнительной (к рабочей) защитной изоляцией. Подсоединение заземления запрещается
III		Защита обеспечивается подключением светильника к системе питания с малым защитным напряжением (до 42 В)

Классы защиты от возгорания/воспламенения

Светильники во время работы излучают тепло. Устанавливаемые прямо на легковоспламеняющиеся материалы светильники маркируются следующими обозначениями (табл. 10.9).

Классы защиты от возгорания/воспламенения

Таблица 10.9

Символ	Значение
	Допускается монтаж на нормально воспламеняющиеся материалы. Максимально допустимая температура на поверхности крепления 180°C
	Допускается монтаж на трудно воспламеняющиеся и нормально воспламеняющиеся материалы. Максимально допустимая температура на поверхности крепления 30°C
	Допускается монтаж на материалы, воспламеняемость которых неизвестна. Максимально допустимая температура на поверхности крепления 115°C
	Стационарные светильники, пригодные для установки только на поверхности из негорючего материала

Подразумевают, что **нормально воспламеняемый материал** — это материал, который имеет температуру воспламенения не менее 200°C, не размягчается и не деформируется до достижения этой температуры. Например, дерево и материалы на его основе толщиной более 2 мм.

Негорючий материал — материал, не способный поддерживать горение: металл, гипс, бетон, и т.д.

Опорная (монтажная) поверхность — часть конструкции здания, мебели и другой конструкции, в/на которой светильник может быть закреплен, подвешен или поставлен для нормального использования и которая служит или будет служить опорой.

Маркировка светильника по энергопотреблению

Согласно директиве ЕС 92/75/EWG лампы, работающие от сетевого напряжения (лампы накаливания и люминесцентные лампы со встроенным ПРА), люминесцентные лампы (включая двухцокольные и одноцокольные лампы, и лампы без встроенного ПРА) должны иметь унифицированную маркировку потребления энергии.

Но под действие этой директивы не попадают:

- лампы с особыми характеристиками (световой поток > 6500 лм, потребляемая мощность менее 4 Вт, лампы с отражателем);

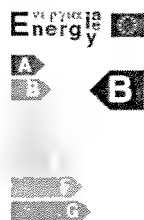


Рис. 10.2.
Маркировка
потребления энергии

- лампы специального применения, например, лампы для генерации невидимого света, лампы, работающие от батарей, лампы для приборов, основным назначением которых не является производство света.

Средства освещения распределяются по классам эффективности энергии: от А (очень эффективно) до G (неэффективно).

Ремонт светильников с лампами накаливания

Устройство светильников с лампами накаливания

На рис. 10.3.а к корпусу настенного светильника привинчен патрон. Колпак из матового или молочного стекла навинчен на резьбу в корпусе. Такие светильники распространены в ванных комнатах и других сырых помещениях.

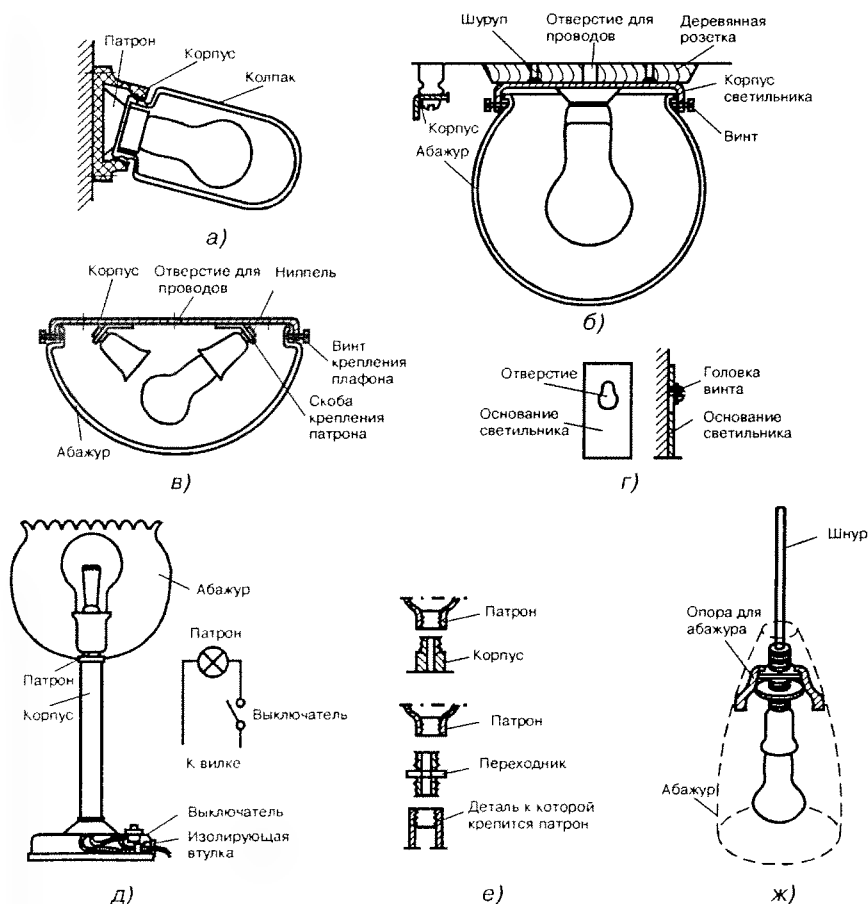


Рис. 10.3. Светильники с лампами накаливания

Корпус потолочного светильника с шарообразным абажуром привинчен к деревянной розетке (рис. 10.3.б). Розетка прикреплена к потолку шурупами или дюбелями. Провода вводятся через отверстие. Потолочный патрон привинчен к корпусу. Абажур закрепляют тремя винтами (двух винтов мало). Винты расположены под углом 120° и винчиваются в борт корпуса. Винчивать винты нужно равномерно и осторожно, чтобы не раздавить абажур. Иногда потолочные светильники укрепляют не на деревянной розетке, а на трех роликах, как показано на рис. 10.3.б слева.

Плафон (рис. 10.3.в) имеет два патрона. Патроны привинчены к скобам с помощью шпильки, а скобы приварены к корпусу. Провода вводят через отверстие. Абажур привинчивают тремя винтами. Для крепления к стенам в основании светильника (рис. 10.3.г) в отверстие вводят головку винта, предварительно ввинченного в стену (головка винта не доходит до стены на толщину основания светильника), а затем светильник оттягивают вниз. Светильник повисает на винте и не падает, так как верхняя часть отверстия уже головки винта.

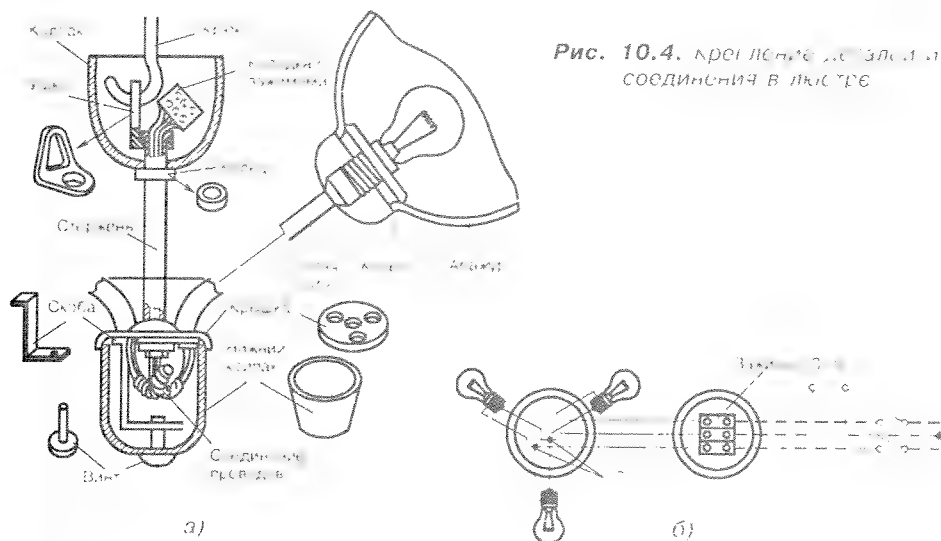
Патрон навинчен на корпус настольной лампы (рис. 10.3.д). Выключатель смонтирован в основание светильника. Обратите внимание: шнур из светильника выводится через изолирующую вулкан со скругленными краями и перед выходом из светильника закрепляется, например, подмоткой изоляционной ленты, чтобы его нельзя было выдернуть.

Патрон на корпусе настольной лампы (рис. 10.3.е) непосредственно навинчен: наружная резьба верхней части корпуса соответствует внутренней резьбе в винтовой головке патрона (рис. 10.3.е сверху). Но если и у патрона, и у детали, к которой он должен быть прикреплен, резьбы внутренние, то приходится устанавливать переходную деталь. Переходные детали применяются во всех случаях, когда непосредственное соединение невозможно.

Относительно легкой светильник можно повесить на шнуре (рис. 10.3.ж). Абажур (если он имеет соответствующую форму и размеры отверстия) можно закрепить непосредственно на патроне.

Крепление деталей и соединения в люстре иллюстрирует рис. 10.4.б. Схема внутренних соединений показана на рис. 10.4.б. Люстра подвешивается на изолированном крюке — изоляция крюка или ушка обязательна. Ушко держится отбортовкой поллого стержня. Внутри стержня проходят провода; они заканчиваются колпачком с зажимами для присоединения проводов от сети. Крюк, ушко, колпачок закрыты колпачком. Он не соскальзывает вниз по стержню, так как закреплен кольцом. Кольцо металлическое (тогда оно имеет прижимной винт) либо из какого-нибудь упругого материала.

Если винт вывинтить из скобы, то снимется нижний колпачок и будут видны детали крепления полых трубок к крышке и соединения проводов. Провода скручены, пропайны и изолированы изоляционной лентой либо упругими пластмассовыми колпачками. Деталь падает на трубку, а затем навинчен патрон. Абажур, имеющий закрапки, которые входят в деталь, закреплен колпачком, которое навинчивается на патрон.



Установка светильников

Светильники соединяют с проводами сети при помощи **штепсельных разъемов** или **люстрового зажима**. Заряжают светильники **медными гибкими проводами** с сечением жил: не менее $0,5 \text{ мм}^2$ внутри зданий; 1 мм^2 — для наружной установки.

Для декоративного оформления места подвески светильника иногда используется потолочная розетка светильника, внутри которой имеется люстровый зажим. Допускается подвешивать светильник непосредственно на питающих его проводах только при условии, что эти провода специально предназначены для этой цели.

Подвесы подвешивают на крюках. Крюк в потолке должен быть изолирован от светильника с помощью поливинилхлоридной трубки.



Внимание! Изоляция крюка необходима для предотвращения появления опасного потенциала в металлической арматуре бетонных плит или стальных труб электропроводки при нарушении изоляции светильника.

В случае крепления крюков к деревянным перекрытиям изолирование крюка не требуется. Для установки крюка в пустотелой плите перекрытия проделывают отверстие, а затем фиксируют крюк. В сплошных железобетонных перекрытиях светильник **подвешивают к шпильке**, пропускаемой насквозь через все перекрытие. Все приспособления для подвеса светильников **испытывают на прочность** пятикратной массой светильника. Детали крепления подвеса при этом не должны иметь повреждений и остаточных деформаций.

Монтаж и подключение люстр

Люстру также подвешивают на заранее подготовленный **крюк**, предварительно испытанный на прочность. Крюк изолируют внахлестку двумя слоями изоляционной ленты. Провода проложены в трубках люстры заводом-изготовителем и выведены на клеммную колодку. Через нее люстра присоединяется к электропроводке. Выключатели установлены на стене. Зарядку светильников выполняют гибкими проводами с медными жилами.

Для подключения люстры необходима **индикаторная отвертка**. Индикатор перед работой обязательно проверяется на работоспособность. На потолке висят три конца, один ноль и два фазных. Провода «фаза» идут на выключатель, а «ноль» сразу идет в монтажную коробку.

Шаг 1. Выключаем автоматический выключатель на лестничной площадке и индикатором проверяем отсутствие напряжения. Снимаем с трех потолочных концов изоляцию, затем разводим эти концы в сторону друг от друга так, чтобы они не замыкались. Включаем напряжение.

Шаг 2. Индикатором по очереди дотрагиваемся до каждого из концов. При этом выключатель должен быть включен. При касании провода индикатор загорается, значит это «фаза», не горит — «ноль». Запомните или пометьте изоляцией «ноль».

Шаг 3. Из люстры выходят три провода, нам надо найти из них «ноль». Для этого по очереди включаем в розетку два любых провода, при этом не дотрагивайтесь до третьего. Должна загореться одна половина ламп, запоминаем провода, а затем один провод оставляем в розетке, а другой меняем местами с неподключенным. Должна загореться другая половина ламп. Если этого не произошло, меняем провода. Должно быть так, чтобы один провод всегда был в розетке, вставляя по очереди другие два провода, загорался сначала один ряд ламп, а потом другой. Тот провод, который не вынимался из розетки и будет нулевым.

Шаг 4. Соединяем нулевой провод люстры с нулевым проводом на потолке. Два фазных провода — с любым из двух на потолке.

Если вас не устраивает, что выключатель включает сначала большой свет, а затем маленький, то надо просто поменять местами фазные концы на люстре или на выключателе.

Схема подключения люстры к электропроводке показана на рис. 10.5.

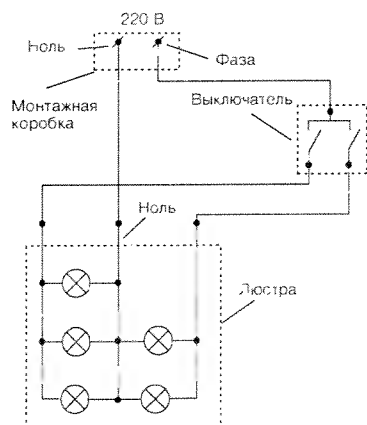


Рис. 10.5. Схема включения люстры

**Внимание!**

Нельзя скручивать медный и алюминиевый провод. Между этими металлами получается гальваническая пара, которая способствует разрушению контакта. Такие провода соединяются через винт с гайкой, а между ними обязательно ставится стальная шайба. В магазинах есть специальные соединительные колодки, которые прикручивают провода через втулку винтами.

Неисправности светильников с лампами накаливания**Срабатывает автомат защиты при включении освещения:**

- если неисправен автомат, то произвести ремонт или замена автомата;
- если замыкание в сети освещения или светильнике, то найти и устранить причину замыкания;
- если лампа замкнула контакты в патроне своим цоколем, то отогнуть контакты;
- если произошло замыкание проводов в месте их присоединения к патрону или в коробке, то заменить светильник.

Обрыв цепи в автомате:

- заменить автомат.

Неисправен выключатель, включающий одну или несколько ламп:

- заменить выключатель.

Выскочили из зажимов или обгорели провода в патроне, выключателе, автомате, коробке:

- устранить неисправность.

Лампа не касается контактов в патроне:

- если контакты отогнулись, то подогнуть контакты
- если контакты обгорели или отломались, то заменить патрон

Перегорание электрической лампочки:

1. Заменить электрическую лампочку.
2. Если замена лампы накаливания не дает положительного результата, причину следует искать в патроне:
 - а) необходимо проверить, есть ли касание цоколя с центральным контактом;
 - б) при необходимости центральный контакт необходимо немного отогнуть;
 - в) при плохом контакте возможны приваривание цоколя лампы к патрону, недопустимый перегрев лампы, патрона, светильника и подводящих проводов;
 - г) при наличии механических поломок контактных стоек, обгорании пластмассовых корпусов, наличии трещин и сколов патронов необходимо заменить на исправный.

Лампы накаливания не выворачиваются из патрона:

Лампы накаливания часто не выворачиваются из патрона из-за того, что заржавел цоколь или приварился центральный контакт. Применение большого усилия приводит к отрыву цоколя. Для устранения неисправности необходимо:

- обесточить электросеть, вывернув предохранительные пробки или отключив автоматические выключатели;

- обмотать колбу в несколько слоев толстой тряпкой, чтобы не порезать руку, если колба лопнет, и попытаться вывернуть лампу;
- в итоге лампа или выворачивается, или у нее срывается баллон, а цоколь остается в патроне.

Баллон лопнул, а цоколь остался в патроне:

- для выворачивания цоколя из патрона прибегнуть к помощи плоскогубцев;
- край цоколя, выступающий из патрона, захватить плоскогубцами и, придерживая патрон рукой, вывернуть цоколь, вращая его плоскогубцами против часовой стрелки;
- если не удастся вывинтить цоколь плоскогубцами, патрон придется разобрать.

Присоединение шнура к патрону

Прежде, чем приступить к непосредственному присоединению шнура к патрону, надо соответственно заделать концы проводов:

- на расстоянии 25 мм от конца каждого провода острым ножом обрезать хлопчатобумажную оплетку и снять ее;
- на расстоянии 20 мм от конца провода обрезать и снять резиновую изоляцию. При этой операции нельзя сильно нажимать ножом на провод, иначе можно перерезать его металлические жилы.
- оголенный пучок жил нужно хорошенько зачистить ножом или шкуркой (стеклянной бумагой), скрутить и согнуть в кольцо диаметром 6 мм;
- оставшуюся часть оголенного конца провода при помощи плоскогубцев согнуть вокруг основания кольца;
- отрезать полоску изоляционной ленты длиной 56...60 мм и шириной 5-6 мм и обмотать ею провод, начиная от оплетки и до кольца;
- обмотка укладывается в два слоя: один слой — слева направо, второй — справа налево;
- на этом заделка заканчивается.

Затем оба провода нужно пропустить поодиночке в верхнее отверстие патрона и зажать между шайбами контактных винтов. Контактные винты патрона находятся на фарфоровом основании. Для освобождения патрона надо, придерживая левой рукой корпус, отвернуть, вращая против часовой стрелки, верхнюю его часть.

Безопасность использования светильников

Лампы нагреваются, а от чрезмерного нагрева может лопнуть (особенно пластмассовый) и даже загореться (бумажный, матерчатый) абажур. Значит, ни в коем случае нельзя ставить более мощные лампы, чем тем, на которые светильники рассчитаны. Особенно важно об этом предупредить теперь. Дело в том, что размеры абажуров таковы, что лампы накаливания повышенной мощности в них просто не помещаются.



Внимание! Размеры криптоновых ламп значительно меньше, чем у стандартной распространенной причине перегрева светильников. И, наконец, следует еще раз подчеркнуть: многие материалы, из которых составлены абажуры, горючие.

Замена или восстановление перегоревшей лампы

Перегоревшая лампа накаливания обнаруживается легко — ее спираль видна. Сменить лампу накаливания просто



Внимание! Любой светильник легко разбирается и собирается в том же, в какой это нужно для смены лампы, снятая абажура, протаскивания проводов. Поэтому никогда не ломайте светильники, прилагая чрезмерные усилия.

А что же делать с перегоревшей лампой накаливания? Если кусок спирали отвалился совсем, то ее можно просто выбросить. Но если спираль лишь лопнула, то такую лампу **можно попытаться восстановить**. Для этого необходимо оценить состояние нити накала лампы. При выявлении обрыва нити только в одном месте лампу следует вставить в настоящий светильник со снятым рассеивателем. Наклонами, поворотами светильника, постукиванием пальцем по баллону добиваются соединения концов спирали нити накаливания как можно с меньшим нахлесткой друг на друга.

После чего, не изменяя положения лампы, включают светильник в сеть. При включении концы нити накала свариваются между собой, и такая лампа может еще послужить, особенно в паяющем режиме. Можно попытаться соединить концы нити накала лампы, не вкручивая ее в светильник, а затем осторожно, чтобы не нарушить соединения, вкрутить ее и, проверив визуально целостность нити, включить светильник. Подобным образом удается восстановить половину перегоревших ламп.



Совет. При значительном укорочении нити накала после ее восстановления лампу необходимо эксплуатировать при соответственно пониженном напряжении сети, используя для этой цели ограничители или регуляторы напряжения, которые встроены в настольные светильники или настенные выключатели.

Светильники с люминесцентными лампами

Устройство и работа светильника с люминесцентными лампами

В схему светильника, кроме лампы, включены: выключатель SA1; стартер EI со встроенным конденсатором C1, служащим для подавления радиомех; дроссель L1; конденсатор C2, служащий для повышения коэффициента мощности $\cos \varphi$.

Поясню назначение конденсатора C2 подробнее. Дроссель почти не потребляет электроэнергию, т.е. ту энергию, которую он берет из сети при намагничивании, он почти полностью возвращает в сеть при размагничивании.

нии. Но эта «перекачка» энергии из сети в сеть загружает ее провода и вызывает в них тепловые потери. Чтобы разгрузить сеть от тока дросселя, в его цепь включают конденсатор (C2 на рис. 10.6). Тогда перекачка энергии происходит уже не между сетью и дросселем, а между дросселем и конденсатором, т.е. внутри самой установки [62].

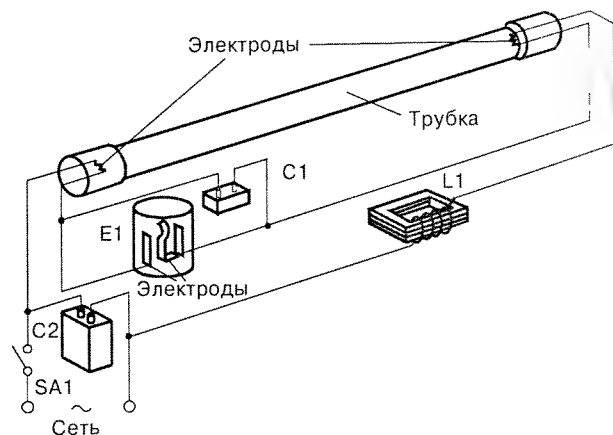


Рис. 10.6. Схема светильника с люминесцентными лампами

Этапы работы светильника с люминесцентными лампами

В процессе зажигания люминесцентной лампы совершается ряд явлений. В общих чертах они состоят в последующей смене ряда этапов.

Первый этап. При замыкании выключателя SA1 к starterу прикладывается напряжение сети. В **стартере** (небольшая неоновая лампочка) возникает слабый тлеющий разряд, который разогревает **электроды**. Один из электродов — биметаллический. **Биметалл** — это пластинка из двух металлов с различными температурными коэффициентами линейного расширения. При нагревании один из металлов удлиняется больше, чем другой, а так как они скреплены, то вся пластинка изгибается. При охлаждении происходит распрямление пластинки. Под действием тепла он изгибается и касается другого электрода. В результате ток в цепи значительно увеличивается, а разряд в стартере гаснет.

Второй этап. Увеличившийся ток **разогревает электроды** люминесцентной лампы, и они начинают **испускать электроны** (это подготовка к зажиганию).

Третий этап. Электроды стартера остывают, биметалл распрямляется, и наконец, между электродами образуется **зазор**. При этом сила тока в цепи резко уменьшается. При уменьшении тока в дросселе согласно закону Ленца возникает кратковременное значительное напряжение, стремящееся под

держат исчезающий ток. Это напряжение самоиндукции складывается с напряжением сети, в результате чего к электродам люминесцентной лампы оказывается приложенным импульс напряжений большего значения, чем напряжение сети. Под действием этого импульса в люминесцентной лампе возникает **разряд в аргоне**: лампа начинает несколько разогреваться.

Четвертый этап. Под действием теплоты капля ртути испаряется и создает в лампе **ртутные пары** необходимой плотности. Так как они ионизируются значительно легче паров аргона, то в дальнейшем разряд происходит в основном уже не в аргоне, а в ртутных парах.

Пятый этап. Когда лампа горит, напряжение на ее электродах, а следовательно, и на электродах стартера (который присоединен параллельно) ниже напряжения сети. Почему? Потому что последовательно с лампой включен дроссель L1, через который теперь проходит значительный ток, причем ток переменный.

В результате в дросселе индуцируется **электродвижущая сила (ЭДС) самоиндукции**, действующая согласно закону Ленца навстречу напряжению сети. В итоге на лампу и стартер приходится уже не полное напряжение сети, а разность между ним и напряжением самоиндукции. Это совершенно необходимо, иначе лампа погаснет.

Действительно, если бы при горящей лампе на стартере снова оказалось напряжение, равное напряжению сети (а не ниже), то в стартере вновь возник бы разряд и спустя небольшое время электроды стартера, сомкнувшись, закоротили бы лампу.



Внимание!

У дросселя еще одна важнейшая задача — он ограничивает возрастание тока, что имело бы место при включении люминесцентной лампы непосредственно в сеть. Таковы свойства газового разряда. Возрастание тока (при отсутствии дросселя) разрушило бы лампу или же привело к перегоранию предохранителей (отключению автоматического выключателя). Без дросселя люминесцентные лампы включать опасно.

Настенный светильник с U-образной люминесцентной лампой

Ознакомимся с несколькими светильниками с люминесцентными лампами для нормальных условий среды и рассмотрим примеры электроустановочных устройств, которые для них предназначены.

На рис. 10.7 представлен настенный светильник с U-образной люминесцентной лампой

Рассеиватель установлен на отбортованное основание и закреплен винтом и съемной крышкой. На рисунке хорошо виден патрон, в который вставлен стартер, конденсатор, колодка для присоединения к сети и пружинный ламподержатель. Снизу лампа прикреплена перемычкой, а та в свою очередь привинчена к патрону винтом. Показаны четыре гнезда для включения лампы и два гнезда для стартера. Лампа показана отдельно (рис. 10.8).

Сетевые провода вводятся через отверстие и присоединяются к зажимам. Показано присоединение винтами внешних проводов. Внутренние провода припаяны к лепесткам. Основание светильника так выдавлено, что между ним и стеной провода проходят свободно.

Отверстия в колодке служат: для ввода проводов; для отвертки; для крепления к основанию светильника.

На рис. 10.9 показано устройство контактов. Провода зажимают между пластинами. Пластины имеют насечку и отверстия с резьбой для винтов. На винты надеты пружинящие (разрезные) шайбы. Для крепления к стене служат два отверстия.

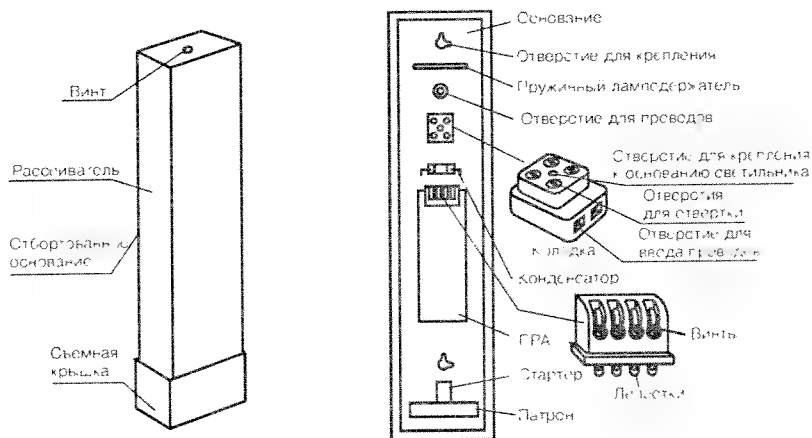
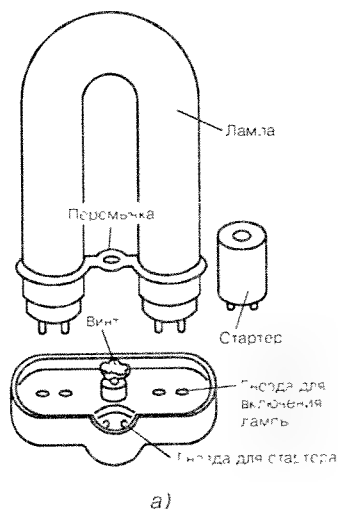
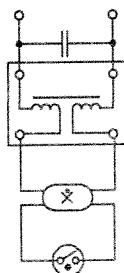


Рис. 10.7 Настенный светильник с U-образной люминесцентной лампой



а)



б)

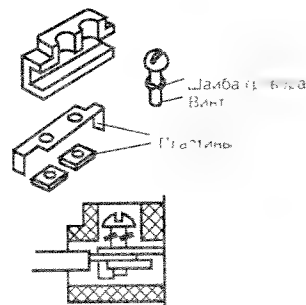


Рис. 10.9. Устройство контактов

Рис. 10.8 Соединение элементов светильника и схема включения

Светильник для равномерного или общего локализованного освещения

Светильник для равномерного или общего локализованного освещения помещений общественных и жилых зданий показан на рис. 10.10. К основанию винтами привинчен рассеиватель. Форма отверстий дает возможность устанавливать светильник вертикально и горизонтально. В светильнике установлены патроны, стартеродержатель со стартером, колодка с зажимами, ПРА (привинчивается винтами) и конденсатор. Лампа показана отдельно.

Люминесцентные лампы имеют большую длину и не совсем одинаковы. Из-за этого лампа может не поместиться, а может и выпасть, если расстояние между патронами не соответствует ее длине. Чтобы правильно установить патроны, в них сделаны продольные прорезы. Винты с шайбами ввинчиваются в отверстия планок. Верхний патрон непосредственно укреплен на планке, приваренной к основанию. Под нижний патрон подложена изогнутая скоба, на которой установлен стартеродержатель.

Устройство патрона показано на рис. 10.11. В корпусе размещены:

- снизу — контактный узел;
- спереди — поворотный вкладыш.

В контактном узле в колодку из изолирующего материала вставлены контактные пружины, ход которых ограничен упорами. Провода зажимают между торцами винтов и контактными пружинами. Винты ввинчивают в пластинки. Положение их зафиксировано пазами колодки.

Лампу вставляют в прорезь, а затем поворачивают на 90°. При этом соединяются штифты с контактными пружинами.

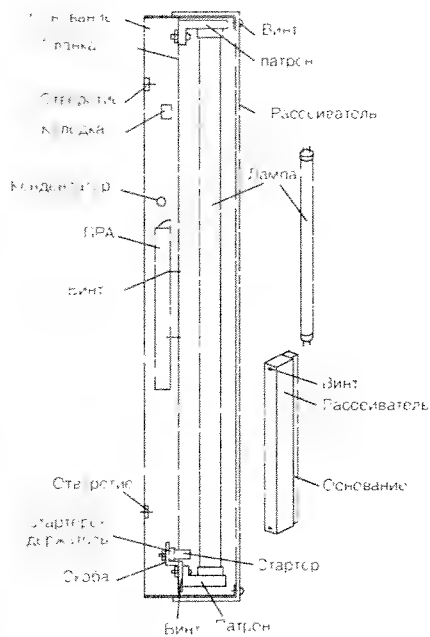


Рис. 10.10. Светильник для равномерного или общего локализованного освещения

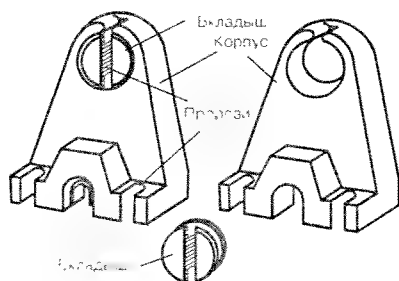


Рис. 10.11. Устройство патрона

Потолочный светильник с фасонной кольцеобразной лампой

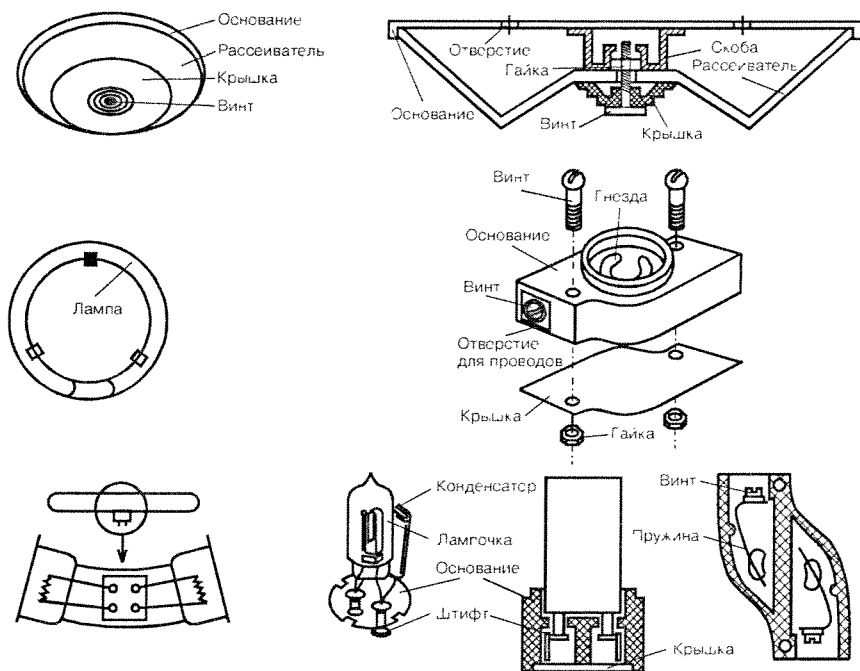


Рис. 10.12. Потолочный светильник с фасонной кольцеобразной лампой

Потолочный светильник с фасонной кольцеобразной лампой показан на рис. 10.12. Его основанием служит диск с отбортованным краем, скобой и двумя отверстиями для крепления к потолку.

На основании установлены: ПРА; конденсатор; стартеродержатель со стартером; зажимы; три ламподержателя.

Рассеиватель прижат декоративной крышкой, которую держит винт, ввинченный в гайку. Лампа показана отдельно. Она закреплена тремя **ламподержателями**, которые расположены под углами 120° . Для присоединения лампы служит **накидной патрон**. Выводные штырьки вставляются в его гнезда.

Стартеродержатель имеет пластмассовое основание, закрытое снизу тонкой крышкой из изолирующего материала. Винты и гайки служат и для крепления крышки. Провода вводят в отверстия и присоединяют винтами к пружинам. Когда штифты стартера вводят в гнезда стартеродержателя и затем стартер поворачивают до упора, **контактные пружины** раздаются, нажимают на **штифты стартера**, благодаря чему обеспечивается надежное соединение. Здесь же показано устройство стартера. Чехол, изолированный изнутри конденсаторной бумагой, прикреплен к основанию из изолирующе-

го материала. Закраинки чехла сперва вставлены в прорези основания, а затем загнуты под прямым углом. В основание вставлены два штифта. К ним припаяны выводы **неоновой лампочки** с биметаллическим контактом и конденсатора для подавления радиопомех.

Устройство патрона показано на рис. 10.13. В полый корпус вставлены: снизу — контактный узел; спереди — поворотный вкладыш.

В контактном узле в колодку из изолирующего материала вставлены контактные пружины, ход которых ограничен упорами. Провода зажимают между торцами винтов и контактными пружинами. Винты ввинчивают в пластинки. Положение их зафиксировано пазами колодки. Лампу вставляют в прорезь, а затем поворачивают на 90° . При этом соединяются штифты с контактными пружинами.

Подвесной светильник с двумя лампами укрепляется на двух подвесах. Тот подвес, через который выведены из светильника провода, — трубчатый. На рис. 10.14 показан корпус с подвесами, двумя стартерами и патронами.

В корпусе установлен: один двухламповый ПРА; или два одноламповых: емкостный и индуктивный. К корпусу двумя замками-зашелками (не видны) прикрепляется отражатель с экранирующей решеткой. Экранирующая решетка состоит из множества поперечных пластин (показаны только крайние) и одной продольной пластины, органического стекла (но не хрупкое и тяжелое, а пластины).

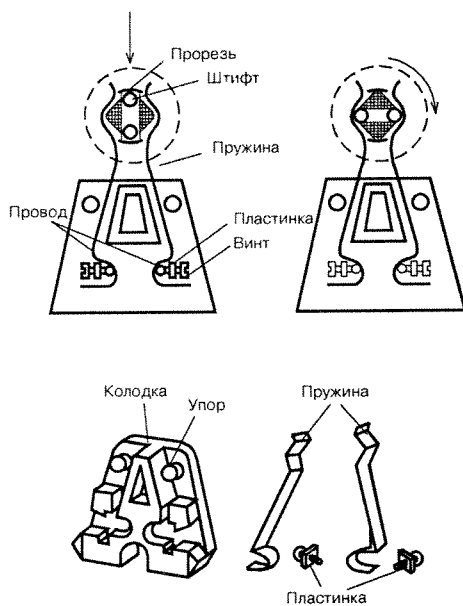


Рис. 10.13. Устройство патрона

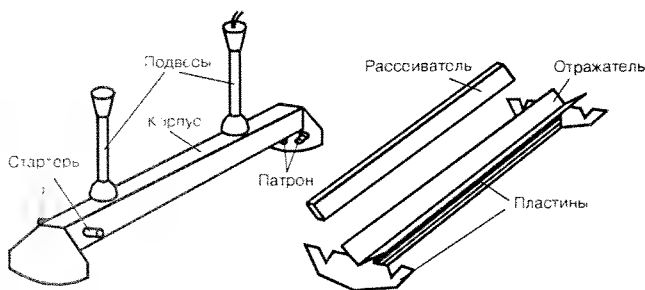


Рис. 10.14. Подвесной светильник с двумя лампами

В щель, образованную прорезями, вставляются рассеиватели из опалового силикатного стекла, так как силикатные стеклорассеиватели ничем не закреплены.

Поперечный упрощенный разрез светильника (рис. 10.15) показывает взаимное расположение ламп. Светильник над лампами открыт. Благодаря этому свет отражается от потолка, а лампы можно заменять, не снимая решетки-отражателя.

Патрон, с которым мы познакомились выше, неудобен тем, что при смене ламп его иногда приходится передвигать. Патрон на рис. 10.16 значительно удобнее. Его корпус неподвижен, а вкладыш с контактными колпачками (в которые упираются штифты лампы) может перемещаться; при этом пружины сжимаются или разжимаются. Провода в патрон вводят через отверстия и присоединяют винтами, которые ввинчивают в пластины.

Пластины и винты укреплены на основании патрона. Корпус и основание соединены двумя винтами с гайками. Отверстия служат для крепления патрона. Лампу легко вставлять, так как на вкладыше сделаны углубления-ловители. Именно они направляют штифты лампы в углубления в колпачках.

Накладные патроны

Патроны, представленные на рис. 10.13 и 10.16, служат и для крепления, и для присоединения ламп, но они занимают относительно много места. Поэтому все чаще применяется независимое крепление ламп в светильниках, например, пружинящими проволочными замками в сочетании с двумя накладными патронами (рис. 10.17.а).

В заключение расскажем о весьма распространенных **торцевых патронах**, установка которых схематически показана на рис. 10.17.б. В комплект одной лампы входят два патрона. Один из них неподвижно закреплен в одном из торцов корпуса светильника, другой имеет компенсирующие втулки, благодаря чему может перемещаться вдоль оси лампы, создавая автоматическую компенсацию допусков (4 мм) на длину лампы.



Рис. 10.15. Поперечный упрощенный разрез светильника

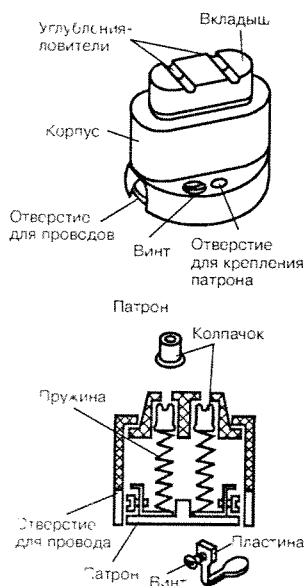


Рис. 10.16. Устройство усовершенствованного патрона

Компенсирующие втулки (не показаны) представляют собой две полые металлические трубки с отогнутыми фланцами на концах и надетыми на них стальными винтовыми пружинами.

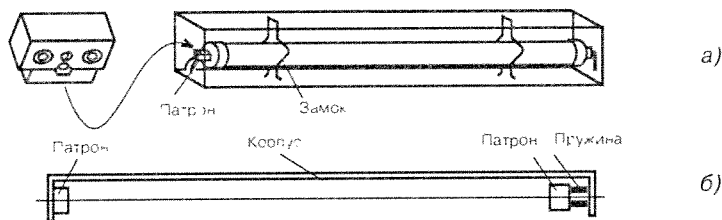


Рис. 10.17. Накидные (а) и торцевые (б) патроны

И, наконец, несколько слов о **креплении патронов**. Распространены крепления одним винтом, двумя винтами и безвинтовым способом. В последнем случае приливы в патроне фиксируют его в пазах корпуса светильника, но так, что патрон может отклоняться на $10...15^\circ$ в наружную сторону от лампы, что автоматически компенсирует допуски на точность изготовления ламп и светильников.

Ремонт светильников с люминесцентными лампами

Люминесцентные светильники представляют собой сложное устройство со многими конструктивными элементами и большим количеством контактов.



Внимание! Люминесцентные лампы следует вынимать из патронов с большой осторожностью, чтобы не повредить цоколь и не разбить стекло лампы, так как в лампе находятся пары ртути, которые являются очень токсичными!

Еще одной особенностью эксплуатации люминесцентных ламп является наличие в схеме включения вспомогательной аппаратуры — стартера и дросселя. Если в данной схеме лампа не зажигается, необходимо проверить исправность электросети, а также отдельных элементов схемы включения лампы.

Нормальная эксплуатация лампы существенно зависит от внешних условий: от напряжения питающей сети: от температуры окружающего воздуха.

При эксплуатации люминесцентных ламп необходимо знать, что характер газового разряда в значительной степени определяется величиной давления газа или паров, в которых происходит разряд. При понижении температуры давление паров в лампе падает, и процесс зажигания и горения лампы ухудшается. Оптимальной температурой эксплуатации люминесцентных ламп является температура $20...25^\circ\text{C}$. При исправности электросети и всех элементов схемы включенная лампа все же может не зажигаться, если температура окружающей среды меньше $+10^\circ\text{C}$ и если колебание напряжения питающей сети превосходит $6...7\%$.

Зажигание лампы происходит обычно не сразу, а после нескольких срабатываний стартера. Полная длительность зажигания не должна превосходить 15 секунд. Если в течение этого времени лампа не загорится, то возможны неисправности, которые могут быть как в самой лампе, так и в отдельных элементах схемы включения. Неисправности в светильниках люминесцентных ламп приведены в табл. 10.10. Вольт-амперные характеристики дросселей представлены в табл. 10.11.

Неисправности в светильниках с люминесцентными лампами

Таблица 10.10

Причина	Способ устранения
Срабатывает защита при включении светильника	
• Пробой компенсирующего конденсатора на входе светильника параллельно питающей сети. • Замыкание в цепях установки: проверить цепи за автоматом	• Заменить конденсатор. • Проверить наличие напряжения на контактах патронов лампы и стартера. • Заменить лампу. Если новая лампа загорается то замененная лампа была неисправной • Проверить целостность спиралей лампы, взглянув на ее торец через стекло баллона. Черный налет по концам говорит о расхождении активного слоя катодов
Лампа не зажигается	
• Неисправности в электросети — наличие обрыва или плохого контакта • Неисправности стартера — не замыкает цепь накала электродов лампы. • Неисправности дросселя — обрыв в обмотке дросселя. • Неисправности патронов — отсутствие контактов. • Неисправности лампы — обрыв электродов лампы	• Проверить наличие напряжения на контактах патронов лампы и стартера. • Заменить лампу. Если новая лампа загорается, то замененная лампа была неисправной. • Проверить целостность спиралей лампы, взглянув на ее торец через стекло баллона. Черный налет по концам говорит о расхождении активного слоя катодов
При включении лампы свечение люминофора, обуславливаемое возникновением вспомогательного разряда, имеется только в одном конце лампы.	
Лампа мигает, но не зажигается	
• Замыкания в проводке. • Замыкания в патроне. • Замыкания в выходах лампы, где свечение люминофора отсутствует	• Лампу переставить так, чтобы неисправный и нормально светящиеся концы ее поменялись местами. Если при такой перестановке свечение будет отсутствовать, данная лампа является дефектной и должна быть заменена новой. • Если при замене лампы нет свечения, необходимо проверить схему включения и патрон лампы, устранить их замыкания, в случае необходимости патрон сменить
Свечение на концах лампы имеется и сохраняется длительное время, но лампа не зажигается	
• Неисправности стартера. • Неисправности патрона. • Неисправности проводки	• Если после вынимания стартера свечение исчезнет, значит данный стартер подлежит замене. • Если и при отсутствии стартера на концах лампы будет свечение, необходимо проверить проводку, патрон стартера и устранить имеющиеся в них замыкания
На концах включенной лампы появляется и исчезает тусклое оранжевое свечение, лампа не зажигается и через некоторое время свечение вообще исчезает	
В лампу попал воздух	Заменить лампу на новую

Таблица 10.10 (продолжение)

Причина	Способ устранения
Лампа зажигается нормально, но уже в первые часы горения наблюдается сильное потемнение ее концов и через некоторое время она перестает зажигаться	
Преждевременное потемнение концов лампы может быть вызвано плохим качеством ее катодов. Неисправен дроссель — пусковой и рабочий токи имеют значения, не соответствующие вольт-амперной характеристике	Проверить значение пускового и рабочего токов
Лампа зажигается нормально, но при горении разряд не заполняет равномерно все пространство между электродами на отдельных участках извивается в виде змейки	
Неисправен дроссель. Ток лампы слишком велик	- Проверить значение пускового и рабочего токов лампы, и, если они выходят за пределы, указанные в вольт-амперной характеристике, дроссель должен быть заменен новым. - Если значение токов не выходит за пределы, то может быть неисправна сама лампа — ее катоды обработаны недостаточно хорошо. Лампу следует несколько раз погасить и зажечь, повернуть ее в патронах по собственной оси на 120° и еще раз зажечь и погасить. Если и после этого разряд не заполнит все пространство между электродами, лампу нужно заменить.
Если лампа периодически зажигается и гаснет	
- Неисправна лампа. - Неисправен стартер	- Проверить падение напряжения в лампе. Если оно превышает значения, указанные в таблице, то данная лампа должна быть заменена новой. - Если напряжение зажигания разряда в стартере ниже минимально допустимого значения, то должен быть заменен стартер
Лампа зажигается нормально, но горит очень тускло, световой поток, излучаемый лампой, недостаточен	
Дроссель не обеспечивает надлежащего режима работы лампы. В лампе мало ртути и ток лампы не выходит за нижний предел	- Если рабочий ток лампы меньше, чем минимально допустимое значение, указанное в таблице, то следует сменить дроссель. - Если ток лампы мал, но не выходит за нижний предел, значит, лампа должна быть заменена, поскольку в ней мало ртути
Лампа не зажигается или работает с перерывами	
Слабы или окислились зажимы вцепля до светильника, у дросселя, колодок лампы, у стартера, контакты ножек лампы и электродов стартера в гнездах	Проверить зажимы и контакты в проводке до светильника и в светильнике
Изменение цвета свечения лампы	
Изменение состава люминофора при большом сроке службы лампы	Заменить лампу
При включении светильника перегорают спирали лампы	
Неисправен дроссель, т.к. в его обмотке частично или полностью пробита изоляция	Заменить дроссель
Нагрев поверхностей, на которых укрепляется светильник	
Нагрев дросселя светильника	- Поставить асбестовые прокладки под светильник. - Оставлять воздушный зазор под светильником
Обрыв в дросселе или в конденсаторе балластного сопротивления	
	Заменить на новые дроссель или конденсатор балластного сопротивления
При работе светильника слышится гудение	
Колебание пластин магнитопровода дросселя	Заменить дроссель



Внимание! При любой неисправности в светильниках с люминесцентными лампами: он должен быть немедленно отключен; должна быть выяснена причина неисправности; должна быть устранена данная неисправность, поскольку неисправность одного элемента может привести к выходу из строя других элементов.

Вольт-амперные характеристики дросселей

Таблица 10.11

Номинальная мощность лампы, Вт	Напряжение лампы, В			Рабочий ток в лампе, А			Пусковой ток лампы, А	
	мин.	номин.	макс.	мин.	номин.	макс.	номин.	макс.
15	55	57	62	0,28	0,3	0,31	0,43	0,49
20	59	63	68	0,32	0,35	0,37	0,54	0,6
30	105	110	120	0,3	0,32	0,34	0,44	0,5
40	110	115	125	0,39	0,41	0,44	0,57	0,65

Светильники с галогенными лампами

Низковольтные галогенные осветительные системы

Свет галогенных ламп делает цвета окружающей среды более живыми и интенсивными. Предметы из стекла, хрусталя, хрома и серебра приобретают дополнительный блеск, что придает им исключительно привлекательный внешний вид.

Разнообразие типов галогенных ламп позволяет осуществлять индивидуальный подход к решению осветительных задач, с учетом не только функционального назначения помещений, но и личных потребностей клиента. Свет галогенных ламп — от широко рассеянного, мягкого, не дающего тени, до резко ограниченного узкого пучка — дает возможность изыскивать бесчисленное количество вариантов освещения.

В низковольтных галогенных системах **токоведущая часть** — разновидность открытой проводки. Применение таких осветительных систем позволило отказаться от прокладки скрытой проводки, сделало более универсальным и мобильным освещение.

Системами можно управлять с помощью настенных или дистанционных выключателей, диммеров, автоматики на базе Европейской инсталляционной шины (EIB) стандарта X-10. Низковольтные галогенные осветительные системы достаточно дороги (300...1500 евро), но они очень эффектны и удобны в эксплуатации. Можно выделить несколько разновидностей низковольтных систем [94, 136].

1. Светильники **разъемного подключения** непосредственно к трансформатору (по-английски, **free jack system**), которые наиболее распространены. В них через самофиксирующиеся разъемы, способные выдержать вес арматуры и лампы, непосредственно к трансформатору подключаются от одного до трех светильников (или на одном шнуре и короткой шине — до четырех). Как правило, free jack-системы используются для местного и декоративного освещения в сочетании с другими, более мощными осветительными лампами.

2. Осветительные системы с **самонесущими струнами** (по-английски, **cable system**) применяются для общего, местного, комбинированного, ориентирующего и экспозиционного света. Выбор вида ламп и арматуры необычайно широк. Провода натягиваются между двумя стенами или потолочными консолями с помощью винтовых стяжек, по ним скользят подвижные контактные соединения, ведущие к патронам (конструкции германской фирмы SHTAFF и др.). Эти устройства удобны там, где возникает необходимость частых перестановок.

3. Осветительные системы с **направляющей токоведущей шиной**, дающей возможность устанавливать светильник в любом месте (**rail system**) и осветительные системы с токоведущей шиной и возможностью установки светильников в фиксированных местах (**track system**). Rail- и track-системы очень универсальны. Градация между этими системами в силу разнообразия конструкций достаточно условна.

И та, и другая могут быть как гибкими (гнется профиль шины; например, модели Swing и Magic германской фирмы SOLKEN LEUGHTEN), так и жесткими (любые углы и кривые выполняются с использованием специальных переходных элементов; например, модели Licht и Fit Line той же фирмы).

Шины подвешиваются к потолку на изолированных подвесках (rail и track-системы немецких компаний BRILONER, GROSSMAN, HUSTADT, SCHMITZ-LEUGHTEN, итальянской фирмы NOVOMIZARH), свисают с закрепленного на потолке трансформатора (rail- и track-системы ограниченной длины греческой фирмы TARSIS ILUMINACION) или наклеиваются изолирующим слоем на потолок и стены (track-система бельгийской фирмы RELUCI). Светильники устанавливаются на шину в специальных патронах, имеющих контактное соединение с токоведущей частью.

Системы питаются от понижающих электромагнитных или электронных трансформаторов мощностью 50...600 Вт с напряжением 12 или 24 В. Оно не считается опасным для жизни человека, в силу чего здесь не применяются нулевой защитный проводник и УЗО. Источники питания крепятся как на потолке, так и на стенах, но могут быть вынесены и за пределы помещения.

Электронные трансформаторы, по сути, представляют собой электронные преобразователи тока и большой мощности не обеспечивают (до 300 Вт). Поэтому они пригодны для систем с незначительной (до 4 м) длиной токоведущей шины.

При большей длине шины и больших нагрузках используются обычные **электромагнитные трансформаторы**, отличающиеся повышенной мощностью и надежностью, хотя они более габаритны и стоят дороже. Если суммарная мощность светильников превышает номинальную мощность трансформатора, то в сеть обязательно надо включить дополнительный источник питания, так как галогенные лампы очень чувствительны к нагрузке (сгорают вдвое быстрее при повышении напряжения всего на 5%).

Весьма практичны модели трансформаторов (например, фирмы SOLKEN LEUGHTEN, **укомплектованные устройствами, тестирующими цепь, и электронными автоматическими выключателями**, которые предохраняют от выхода из строя трансформатор при обрыве цепи или при КЗ). Электронные и обычные трансформаторы работают с различающимися типами диммеров. Использование же последних в системах с люминесцентными лампами вообще недопустимо.

Применяются также схемы подключения к rail- и track-системам под напряжением 220 В светильников с **индивидуальными понижающими электронными трансформаторами**. Преимущество такого решения вполне очевидно — разнообразные сочетания на одной общей шине различных по форме источников света.

Следует помнить о **противопожарной безопасности**, работая с галогенными лампами. При диапазоне мощности галогенных ламп 5...50 Вт температура их нагрева достигает 500°C! Поэтому близость открытой колбы к легко возгораемой поверхности недопустима. Так, минимальная удаленность 50-ваттной лампы от потолка обычно составляет 9 см. Это расстояние зависит от ее мощности, типа отражателя, осветительной арматуры, материала потолка, стены, от выбора освещаемого объекта.

В **низковольтных шинных системах** используются капсульные галогенные лампы, заполненные изнутри парами йода или брома. Отражатели при этом могут быть как обычными, так и зеркальными, в зависимости от решаемой задачи.

Там, где требуется снизить поток инфракрасных нагревающих лучей на освещаемый объект (картину, аквариум), используются отражатели, пропускающие сквозь себя ИК-излучение и отводящие две трети тепловой энергии. Если следует снизить тепловую нагрузку на потолок, используются отражатели, не пропускающие инфракрасные лучи, например, зеркальные лампы Osram Decostar, Philips Masterline Plus, Sylvania Hi-Spot. Их теплоемкость нейтрализуется также с помощью осветительной арматуры.

При эксплуатации галогенных ламп низкого напряжения (6, 12 или 24 В) следует иметь в виду, что через тело накала, и соответственно, через подводящие к нему провода протекают достаточно большие токи, что вызывает большие потери напряжения в проводах. Чтобы избежать этого, необходимо **увеличивать сечение подводящих проводов**. Причем, чем длиннее провод, тем больше сечение он должен иметь (см. табл. 10.12). В табл. 10.12 в метрах указано расстояние от трансформатора до светильника.

Сечение проводников (мм^2) для подключения светильников
с низковольтными (12 В) галогенными лампами

Таблица 10.12

Суммарная мощность ламп в светильнике, Вт	Длина провода от трансформатора до светильника, м						
	5	10	15	20	25	30	40
5	0,75	0,75	0,75	1	1	1	1,5
10	0,75	0,75	1	1,5	2,5	2,5	2,5
20	0,75	1,5	2,5	2,5	4	4	6
50	2,5	4	6	6	10	10	16
100	4	6	10	16	16	25	25
150	6	10	16	25	25	—	—
200	6	16	25	25	—	—	—
250	10	16	25	—	—	—	—
300	10	25	—	—	—	—	—

Подключение галогенных светильников

Галогенные светильники по типу используемых в них ламп делятся на три категории. **Низковольтные галогенные светильники** рассчитаны на низковольтные галогенные лампы, имеют встроенный трансформатор и готовы к подключению к бытовой сети напряжения. **Светильники сетевого напряжения** работают с галогенными лампами сетевого напряжения, для которых не требуется использование трансформатора. **В светильниках универсального подключения** могут использоваться лампы как на 220 В, так и на 12 В с трансформатором. Таким образом, универсальные светильники могут подключаться двумя способами: без трансформатора и с трансформатором.

Подключение без трансформатора. Светильник подключается напрямую к сети 220 В. Покупаете лампы, мощностью не превышающие мощности, указанной в инструкции к светильнику. Данный способ имеет следующий недостаток: галогенные лампы типа MR11, MR16 и пальчиковые лампы с цоколем G4 или GY6.35 не выпускаются ведущими мировыми производителями ламп (OSRAM, PHILIPS, GE). Срок службы таких ламп от китайских производителей крайне мал, и поэтому рекомендуется второй способ подключения галогенных светильников.

Подключение с трансформатором. Мощность используемого трансформатора должна быть не меньше суммы мощностей подключаемых к нему ламп.



Пример 1. Необходимо подключить 4 лампы по 20 Вт. В сумме получаем 80 Вт. Т.к. трансформаторов на 80 Вт нет, то в этом случае нужно выбрать трансформатор мощностью не меньше, т.е. больше 80 Вт — например, трансформатор OSRAM HTM 105/230-240 на 105 Вт.

Пример 2. Рассмотрим более сложный случай. Нужно подключить 7 ламп по 35 Вт. Общая мощность равна 245 Вт. Максимальная мощность предлагаемых трансформаторов 210 Вт. Значит, надо подключать лампы группами, ориентируясь на длину проводов и удобство подключения. Например:

Вариант А. Можете приобрести два трансформатора: 150 Вт и 105 Вт. К трансформатору 150 Вт подключить 4 лампы (суммарная мощность $4 \cdot 35 \text{ Вт} = 140 \text{ Вт}$) и к трансформатору 105 Вт подключить оставшиеся 3 лампы (суммарная мощность $3 \cdot 35 \text{ Вт} = 105 \text{ Вт}$).

Вариант Б. Для подключения 7 ламп группами из 6 ламп и 1 лампы, необходимы трансформаторы 210 Вт ($6 \cdot 35 \text{ Вт} = 210 \text{ Вт}$) и трансформатор 50 Вт или 60 Вт.

Вариант В. Можно подключить лампы и с разбивкой на другие группы, например, $2 + 2 + 3$, $2 + 2 + 2 + 1$, или все лампы по отдельности.

Нужно также учитывать, что в современных электронных трансформаторах, кроме максимальной, указывается и минимальная допустимая нагрузка. Например, допустимая нагрузка трансформатора OSRAM HTM 105/230-240 — от 35 до 105 Вт (см. таблицу технических характеристик трансформатора, например, на www.lampa28.ru). Поэтому, этот трансформатор не подходит для подключения одной лампы 20 Вт, нужно использовать трансформатор 50 Вт или 60 Вт (их минимальная допустимая нагрузка 20 Вт).

Критерии выбора светильника

Очень многие совершают ошибку. Отправляясь в магазин, выбирают самый, с их точки зрения, красивый светильник или тот, что больше других подходит по стилю к интерьеру. А потом возникают проблемы: чтобы почитать в кресле, не напрягая глаза, приходится включать все светильники в комнате, в ванной невозможно ни побриться, ни накрасться, а когда гости собираются за столом, лица их приобретают странный синюшный оттенок.

Безусловно, «внешность» светильника очень важна, но не забудьте решить главный вопрос: какую задачу он будет выполнять? Каким должен быть его свет? Светильники различаются по типам светораспределения. Их несколько (информация с сайта www.batteryteam.ru).

Прямое. Свет направлен строго в одну сторону, очень узкий световой пучок предназначен для точного направленного освещения.

Преимущественно прямое. Основная часть светопотока направлена вниз, меньшая мягко рассеивается вверх, создавая декоративное освещение.

Равномерное. Свет распределяется ровно во все направления. Светильник обычно из прозрачного материала (например, шар матового стекла). Создается ровное фоновое освещение, но отсутствуют акценты для создания настроения.

Преимущественно рассеянное. Свет ламп высокой мощности направлен на рефлектирующие стены (потолки), меньшая доля косвенного света подчеркивает форму светильника и расставляет акценты.

Рассеянное. Свет направлен исключительно на отражающие поверхности стен и потолка. По-настоящему гармоничное освещение достигается с помощью комбинации светильников с различным распределением света.

При выборе ламп для светильника желательно руководствоваться **принципом решения осветительной задачи**. Наиболее универсальна — старая добрая **лампа накаливания**, у остальных более узкая специализация. Качество света можно измерить во вполне конкретных величинах.

Цветопередача характеризует цветовой эффект, который вызывает свет лампы, освещая окрашенные предметы. Другими словами, показывает, насколько естественно передается цвет предмета при искусственном освещении. Существует шесть уровней цветопередачи. Лампы уровней 1А и 1В обеспечивают самую лучшую цветопередачу.

Цвет излучения. Для чтения нужен яркий, но не слепящий равномерный свет без теней и бликов.

В жилой зоне, особенно в гостиной, предпочтителен теплый белый цвет, что соответствует свечению ламп накаливания, галогенных ламп накаливания 220 В и 12 В, а также компактных люминесцентных ламп с резьбовым цоколем. Лампы с тепло-белым свечением создают уютную атмосферу; нейтрально-белый цвет излучения создает скорее деловое настроение.

Светоотдача определяет эффективность лампы. Чтобы узнать светоотдачу, нужно разделить световой поток (в люменах) на потребление электрической мощности (в ваттах). Эта величина описывает, сколько света производит лампа из потребляемой энергии. Чем выше показатель в люменах на ватт (лм/Вт), тем эффективнее лампа. Если показатель превышает 50, перед вами лампа низкого энергопотребления.



Несколько примеров.

1. Стандартная лампа накаливания горит около 1000 часов при максимальной светоотдаче 14 лм/Вт.
2. Галогенные лампы накаливания на 220 В и 12 В имеют почти вдвое большую светоотдачу, и их необходимо менять лишь после 2000...4000 часов горения.
3. Число часов эксплуатации экономичных компактных люминесцентных ламп достигает 12 000. Такие лампы при меньшей мощности (например, 11 Вт), благодаря высокой светоотдаче (до 65 лм/Вт), могут заменить лампы накаливания большей мощности (60 Вт) при одинаковом светопотоке.

Срок эксплуатации лампы особенно важен, когда вы покупаете светильник для труднодоступных мест. Энергосберегающие лампы — компактные люминесцентные лампы с резьбовым цоколем и интегрированным пуско-регулирующим устройством — уже существуют в классическом облике «лампочки-груши».

Светильники для гостиной

Эта комната выполняет несколько функций: здесь принимают гостей, смотрят телевизор, общаются, читают, а иногда еще и работают. Главный секрет хорошего освещения: **для каждой функции — свой светильник**. Это значит, что в гостиной нужно создать несколько островков света. Светильники должны располагаться на разных уровнях. Лучше, если они будут иметь реостаты, тогда вы сможете регулировать яркость освещения (в сумерках — более интенсивное, потому что электрический свет «борется» с дневным, вечером яркость можно приглушить).

Вблизи дивана и кресел имеет смысл разместить **мобильные торшеры или настольные лампы**, которые подчеркнут обособленность этого уголка. Ровное рассеянное освещение (так называемое фоновое) помогут создать **напольные светильники с абажуром** в виде чаши, направленной вверх. Архитектурные элементы, такие как колонны, арки или, например, открытая кирпичная кладка, будут выглядеть эффектно и таинственно, если подсветить их снизу **встроенными в пол низковольтными лампами**. Отдельные зоны гостиной можно также осветить встроенными в потолок **низковольтными точечными светильниками**.

Если нет возможности встроить лампы — выбирайте низковольтные **системы света на шинопроводах**. Это замечательное решение для гостиной, с их помощью можно создавать множество вариантов световой композиции, играть со светом. И, наконец, о лампочках. Для гостиной подходят галогенные или обычные лампы накаливания, но никак не флуоресцентные.

Светильники для кабинета

Идеальная световая схема кабинета: **общий светильник, не дающий теней, и дополнительная лампа у рабочего места**. В роли первого сегодня чаще выступает не многорожковая люстра, а напольный светильник с рассеянным световым потоком: свет отражается от большой поверхности потолка. Избегайте направленного света и световых контрастов: резкие переходы от света к тени утомляют. Ни один кабинет не может быть освещен хорошо и оригинально одновременно: правильное рабочее освещение предполагает монотонность.

Для рабочего места: **лампа с регулируемым световым потоком** на гибкой штанге или на шарнирах. Лампы накаливания подходят для кабинета больше галогенных. Свет должен падать сбоку так, чтобы не создавать теней и не отражаться от блестящих покрытий.

Непрямое освещение комнаты и ненаправленное освещение стола рекомендуются и при работе на компьютере. Такой свет не слепит и не рефлектирует. Если в комнате есть окно, письменный стол с монитором должен стоять перпендикулярно к нему. Совет тем, кто работает ночью: резкие контрасты освещенности утомляют глаза. Поэтому важно кроме лампы на рабочем столе всегда включать и общее освещение.

Светильники для спальни

Свет в этой комнате должен иметь два основных центра — у кровати и у шкафа. Кому не знакома такая ситуация: в то время, как вы уже засыпаете, ваш супруг еще хочет почитать перед сном. Решением проблемы может стать лишь **лампа на ночном столике с приглушенным светом**, освещающим только одну кровать. Лучше всего для этого подойдет лампа с металлическим абажуром, при возможности на гибкой штанге. Совершенно не подходит абажур из ткани или из матового стекла. Так, любители вечернего чтения могут еще долго наслаждаться книгой, не мешая другим.

Если платяные шкафы находятся в спальне, они должны быть хорошо освещены. Идеально подойдут для этого **встроенные точечные светильники направленного света**. Однако эту задачу выполняют и установленные на стенах низковольтные галогенные лампы рассеянного или направленного света. Совершенно бессмысленны лампы, встроенные в шкаф: чтобы хорошо рассмотреть содержимое полки, необходимо некоторое расстояние между лампой и шкафом.

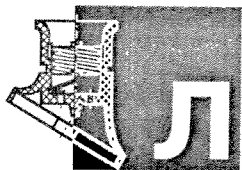
«Общий» ориентирующий свет в спальне можно создать с помощью ритмично расположенных локальных источников — торшеров, бра и высоких настольных ламп. Правила здесь таковы: абсолютное отсутствие света, падающего в глаза, и использование направленных световых потоков только для создания отраженного света. Оптимальным решением является равномерно и сильно рассеянный свет.

Светильники для кухни

Здесь действуют те же правила, что и для кабинета, ведь кухня — рабочее место! Желателен по возможности рассеянный свет, который не ослепляет. Часто встречается такое решение: маленькие **галогенные лампочки** встроены в нижнюю поверхность настенных шкафчиков. Если рабочая поверхность к тому же из хромированной стали или полированного камня, она превращается в зеркало и слепит того, кто занимается готовкой, — едва ли это можно назвать комфортной рабочей обстановкой.

Другие негативные факторы — тени на рабочей поверхности. Единственным правильным решением для этой зоны: **лентовидные люминесцентные лампы**. Такой источник оптимально рассеянного света сокращает слепящее отражение до минимума. В других зонах кухни можно использовать встроенные лампы или галогенные светильники при условии, что последние размещены достаточно высоко.

Обеденный стол — уютное место встречи всей семьи. Превратить его в приятный островок света поможет **подвесной светильник** (или несколько, если стол большой). Он должен располагаться чуть выше уровня глаз, то есть на расстоянии 60 см от поверхности стола. А как же непременно свечи? Без них не обойтись, чтобы создать настроение.



Ламповые патроны

Определение и назначение

Патрон — приспособление для установки и закрепления электрической лампы в светильнике. Патрон должен соответствовать типу цоколя крепящейся в нем лампы. Ламповые патроны предназначены для крепления и в необходимых случаях смены осветительных ламп. Лампы время от времени нужно менять. Поэтому их присоединяют к сети не наглухо, а ввинчивают в патроны.

Устройство патрона

Устройство патрона представлено на рис. 11.1. Провод с помощью винта присоединен к детали, а провод винтом — к центральному контакту. Гильза, деталь и центральный контакт укреплены на изоляторе. Когда лампу ввинчивают в гильзу патрона, гильза цоколя соприкасается с деталью и, таким образом, оказывается соединенной с проводом. Контактная пластина лампы через центральный контакт патрона присоединяется к проводу.

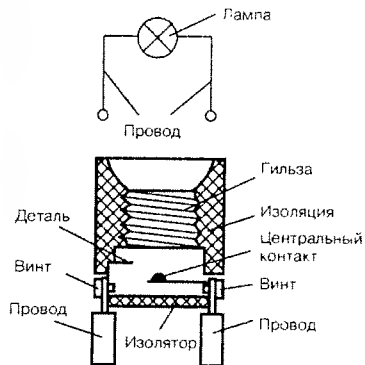


Рис. 11.1. Устройство патрона

Важная особенность современных патронов состоит в безопасности, которая обеспечивается следующим образом: до тех пор пока лампа полностью не ввернута, гильза ее цоколя не соединяется с токоведущими частями патрона. А когда соединение уже произошло, к цоколю невозможно прикоснуться, так как он полностью закрыт изолирующим корпусом патрона. Так обеспечивается электробезопасность. В патронах, выпускавшихся несколько лет тому назад, это требование не выполнялось, что необходимо иметь в виду, так как старые патроны еще находятся в эксплуатации.

Разновидности патронов

Резьбовой патрон с диаметром резьбы 27 мм предназначен для установки ламп накаливания с резьбовым цоколем E27, наиболее широко применяющимся для освещения в квартирах. Примеры различного исполнения патронов для ламп с цоколем E27 приведены на рис. 11.2.

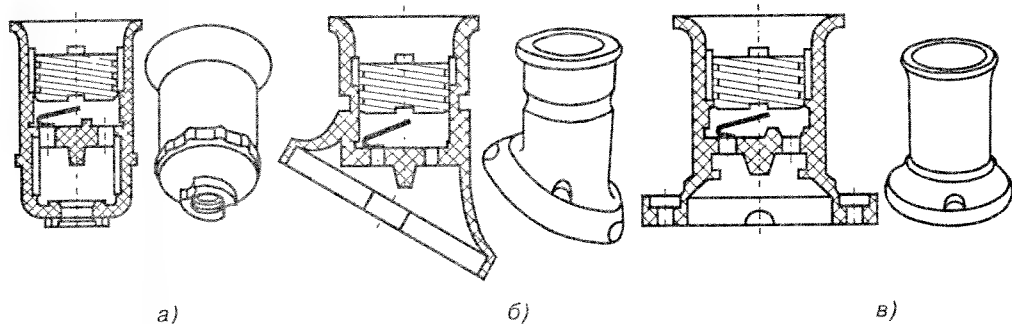


Рис. 11.2. Примеры исполнения патронов для ламп с цоколем E27

Резьбовой патрон с диаметром резьбы 14 мм предназначен для ламп накаливания с цоколями E14. Старое название МИНЬОН. Эти патроны (рис. 11.3) используются с лампами относительно небольшой мощности, по форме напоминающими свечи.

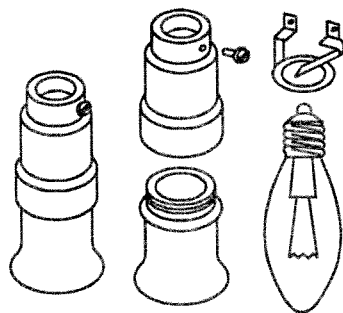


Рис. 11.3. Патрон для ламп накаливания с цоколем E14

Резьбовой патрон с диаметром резьбы 40 мм предназначен для ламп, мощность которых более 500 Вт. Старое название — ГОЛИАФ. Он находит применение при организации наружного освещения.

Байонетный патрон предназначен в основном для автомобильных, железнодорожных и других ламп специального назначения, так как предназначен для работы при вибрации и тряске. В подобных условиях резьбовые патроны не годятся, так как лампы из них могут вывинчиваться. Старое название СВАН.

Цоколь специальной лампы имеет два диаметрально расположенных штифта, которые вводятся в прорези патрона до отказа. Затем лампу немного поворачивают и отпускают. Штифты входят в пазы патрона, а контакты лампы прижимаются контактными пружинами (рис. 11.4).

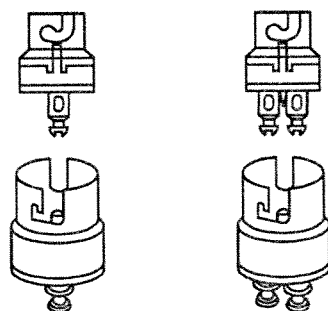


Рис. 11.4. Байонетные патроны (с одним и с двумя контактами)

Конструктивное исполнение патронов

По конструктивному исполнению различают патроны: подвесные с ниппелем для сырых помещений; с ушком для подвешивания; прямые потолочные; наклонные настенные. Наиболее распространены патроны в **пластмассовом** и **фарфоровом** корпусах. Контакты и контактные зажимы для присоединения проводов смонтированы на фарфоровых вкладышах. Фарфоровые патроны более стойки к высоким температурам. Патроны для люминесцентных ламп выпускают стоечные, круглые и накладные с корпусами из пластмассы. К контактным зажимам патронов можно присоединять медные провода сечением до 1,5 мм².

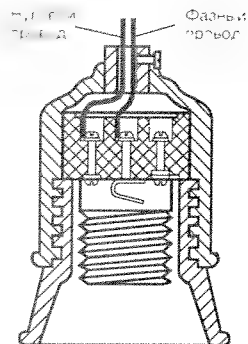


Рис. 11.5. Патрон после зарядки

Присоединение к электросети

К контактным зажимам патронов можно присоединить медные провода сечением 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5 мм² и алюминиевые 2,5 мм². При зарядке патрона нулевой провод прикрепляют к винтовой гильзе патрона, а фазный — к центральному контакту патрона (рис. 11.5).

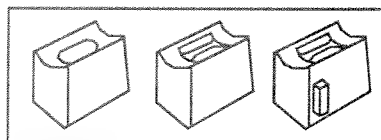
Применение патронов

Для ламп накаливания и ламп ДКЛ применяются резьбовые патроны:

- для ламп мощностью до 60 Вт — патроны с диаметром резьбы 14 мм (с резьбой E14 — малый цоколь) и 27 мм (E27 — средний цоколь);
- для ламп мощностью до 200 Вт — патроны с резьбой E27;
- для ламп мощностью от 300 до 1500 Вт — патроны с диаметром резьбы 40 мм (E40 — большой цоколь).

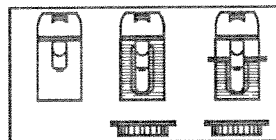
Патроны для современных ламп

Патроны для ламп Special
Linestra OSRAM (Германия)



Патроны S14 и S14d для ламп SPECIAL LINESTRA. Лампы-трубки OSRAM LINESTRA излучают мягкий не ослепляющий свет. Области применения: подсветка зеркал в ванных комнатах, гардеробах и в стеновых шкафах.

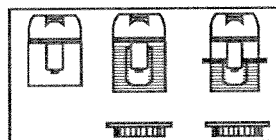
Патроны E14 фирмы VLM (Италия)



Патроны E14 из термостойкого пластика.

С крепежным колышком. Гладкие или с наружной резьбой. Самозажимные клеммы. Патроны с наружной резьбой комплектуются кольцом для крепления абажуров. Для светильников, у которых плафоны и абажуры надеваются сверху, рекомендуются патроны с короткой резьбой D/140/FC, DB/140/FC, DO/140/FC, которые снабжены специальным упором. Цвет: черный, белый, соломенный (золотой).

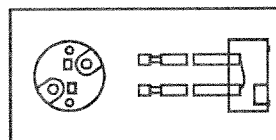
Патроны E27 фирмы VLM (Италия)



Патроны E27 из термостойкого пластика.

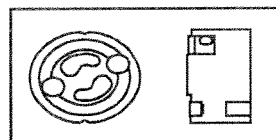
С крепежным колышком. Гладкие или с наружной резьбой. Самозажимные клеммы. Патроны с наружной резьбой комплектуются кольцом для крепления абажуров. Для светильников, у которых плафоны и абажуры надеваются сверху, рекомендуются патроны с короткой резьбой D/270/FC, DB/270/FC, DO/270/FC, которые снабжены специальным упором. Цвет: черный, белый, соломенный (золотой).

Патрон G4 - GX5,3 - G6,35 - GY6,35 - GU5,3 для низковольтных галогенных ламп

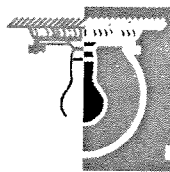


Универсальный керамический патрон для пальчиковых галогенных ламп (Capsule) и галогенных ламп с отражателем (MR11, MR16). Патрон для ламп с цоколями: G4; GX5,3; G6,35; GY6,35; GU5,3. Никелированные контакты. Изолированные провода сечением 0,75 мм² и длиной 150 мм. Цвет белый.

Патрон GU10 для галогенных ламп сетевого напряжения



Керамический патрон для галогенных ламп с отражателем (MR16) и цоколем GU10. Два крепежных отверстия под винты М3. Медные никелированные контакты. Изолированные провода сечением 0,75 мм² и длиной 150 мм. Цвет белый.



Лампы накаливания

Знакомство с лампами накаливания

Определения

Лампа накаливания — источник света, преобразующий энергию проходящего по спирали лампы электрического тока в тепловую и световую. По физической природе различают два вида излучения: тепловое и люминесцентное.

Тепловым называют световое излучение, возникающее при нагревании тел. На использовании теплового излучения основано свечение электрических ламп накаливания.

Достоинства и недостатки ламп накаливания

Достоинства ламп накаливания:

- при включении они зажигаются практически мгновенно;
- имеют незначительные размеры;
- стоимость их невысока.

Основные недостатки ламп накаливания:

- лампы обладают слепящей яркостью, отрицательно отражающейся на зрении человека, поэтому требуют применения соответствующей арматуры, ограничивающей ослепление;
- обладают незначительным сроком службы (порядка 1000 часов);
- срок службы ламп существенно снижается при повышении напряжения питающей электросети.

Световой коэффициент полезного действия ламп накаливания, определяемый как отношение мощности лучей видимого спектра к мощности потребляемой от электрической сети, весьма мал и не превышает 4%. Таким образом, основной недостаток ламп накаливания — низкая светоотдача. Ведь лишь незначительная часть потребляемой ими электрической энергии превращается в энергию видимых излучений, остальная часть энергии переходит в тепло, излучаемое лампой.

Принцип действия

Принцип действия ламп накаливания основан на **преобразовании электрической энергии**, проходящей через нить, **в световую**. Температура разогретой нити достигает $2600...3000^{\circ}\text{C}$. Но нить лампы не плавится, потому что температура плавления вольфрама ($3200...3400^{\circ}\text{C}$) превышает температуру накала нити. Спектр ламп накаливания отличается от спектра дневного света преобладанием желтого и красного спектра лучей.

Колбы ламп накаливания вакуумируют или заполняются инертным газом, в среде которого вольфрамовая нить накала не окисляется: азотом; аргоном; криптоном; смесью азота, аргона, ксенона.

Устройство и работа ламп накаливания

Лампа накаливания (рис. 12.1) светится потому, что нить из тугоплавкой вольфрамовой проволоки раскаляется проходящим через нее током. Чтобы спираль быстро не перегорела, из стеклянного баллона выкачан воздух либо баллон заполнен инертным газом. Спираль укреплена на электродах. Один из них припаян к металлической гильзе цоколя, другой — к металлической контактной пластине. Их разделяет изоляция. Один из проводов присоединен к гильзе цоколя, а другой — к контактной пластине, как показано на рис. 12.1. Тогда ток, преодолевая электрическое сопротивление нити, раскаляет ее.

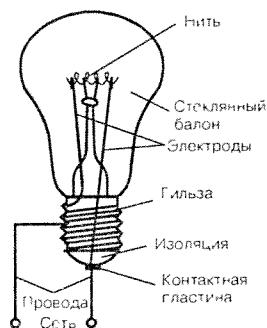


Рис. 12.1. Устройство и включение ламп накаливания

Обозначения ламп накаливания

В обозначении ламп накаливания буквы означают:

В — вакуумная;

Г — газонаполненная;

Б — биспиральная;

БК — биспиральная криптоновая (имеет повышенную светоотдачу и меньшие размеры по сравнению с лампами В, Б и Г, но стоит дороже);

ДБ — диффузная (с матовым отражательным слоем внутри колбы);

МО — местного освещения.

За буквами следуют две группы цифр. Они указывают диапазон напряжений и мощность лампы.



Пример. «В 220...230-25» обозначает напряжение 220...230 В, мощность 25 Вт. В обозначении может также присутствовать дата выпуска лампы, например IX 2003.

Лампы мощностью до 150 Вт выпускаются:

- в бесцветных прозрачных баллонах (световой поток ламп не уменьшается);
- в матированных изнутри баллонах (световой поток ламп уменьшается на 3%);
- в опаловых колбах;
- окрашенных в молочный цвет баллонах (световой поток ламп уменьшается на 20%).

Лампы мощностью до 200 Вт изготавливают как с резьбовыми, так и со штычковыми нормальными цоколями. Лампы мощностью более 200 Вт выпускаются только с резьбовыми цоколями. Лампы мощностью более 300 Вт выпускаются с цоколем диаметром 40 мм.

Примеры исполнения стандартных ламп накаливания

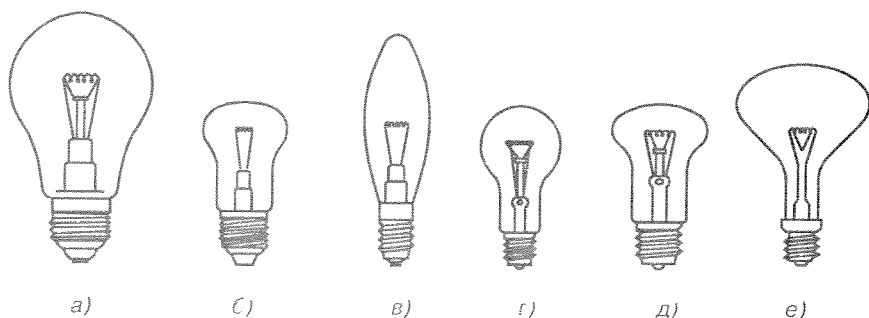


Рис. 12.2. Примеры исполнения ламп накаливания

Примеры исполнения ламп накаливания приведены на рис. 12.2. На рис. 12.2.а,б — лампы одинаковой мощности, но на рис. 12.2.а — газонаполненная с аргоновым, а на рис. 12.2.б — с криптоновым наполнителем (криптоновая). Размеры криптоновой лампы меньше. Лампа на рис. 12.2.в напоминает свечу. Такие лампы часто применяют в люстрах и настенных светильниках. На рис. 12.2.г,д,е изображены, соответственно, биспиральная, биспиральная криптоновая и зеркальная лампы.

Зеркальные и декоративные лампы

Лампы в зеркальных колбах, или **зеркальные лампы**, имеют колбу специальной формы, на которую нанесен со стороны цоколя зеркальный слой. Остальная часть колбы матирована. Зеркальные лампы предназначены для освещения высоких помещений и открытых пространств, декоративного освещения. **Неодимовые лампы** используются там, где необходимо высокое качество цветопередачи.

Обозначения зеркальных ламп: **ЗК** — концентрированного светораспределения; **ЗС** — среднего светораспределения; **ЗШ** — широкого светораспределения.

ределения: **ЗКН** — зеркальные из неодимового стекла концентрированного светораспределения; **ЗШН** — зеркальные из неодимового стекла широкого светораспределения.

Выпускаются также специальные лампы накаливания с зеркальным отражателем: термонизлучатели; кварцевые галогенные (КГ-220-1200); ИКЗК-220-500.

Обозначения декоративных ламп специального назначения: **Б.Л** — белые; **Ж** — желтые; **З** — зеленые; **К** — красные; **О** — опаловые.

Разновидности ламп накаливания по заполнению баллона

Лампы накаливания изготавливаются на напряжение от единиц до сотен вольт и на мощности от долей ватта до киловатт. Лампы накаливания, из колбы которых удален воздух, называются **вакуумными**. Лампы, колбы которых заполнены инертными газами, называются **газонаполненными**.

Преимущества газонаполненных ламп ощутимы: газонаполненные лампы выгодно отличаются от вакуумных ламп. Объясняется это тем, что в среде инертного газа нить лампы не разрушается даже при более высокой температуре, чем в вакуумной лампе накаливания. Значит, они служат дольше. Газонаполненные лампы при прочих равных условиях имеют большую светоотдачу, чем вакуумные лампы, потому что газ, находящийся в колбе под давлением, препятствует испарению нити накала. Это позволяет повысить рабочую температуру нити. Таким образом, при одной и той же мощности они: меньше по размеру, обладают большей светоотдачей, в несколько раз дольше служат.

Недостатком газонаполненных ламп является дополнительная потеря тепла нити накала вследствие конвекции газа, заполняющего внутреннюю полость колбы. В целях снижения тепловых потерь газонаполненные лампы заполняют малотеплопроводными газами. Другим способом снижения тепловых потерь является уменьшение размеров и изменение конструкции нити накала. Так, например, нити накала выполняют в виде плотной винтообразной спирали (моноспираль) или двойной спирали (биспираль).

Как отличить качественные лампы

Рынок светотехнической продукции сейчас переполнен некачественными подделками. Отличить фирменную продукцию от подделки зачастую непросто. Простейший способ определения качества — визуальный: по маркировке на упаковке и самой колбе, где указываются фирма и страна-производитель (например, должно быть *Made in Germany*, а не *Germany*). Согласно правилам торговли, на упаковке дается адрес производителя на русском языке. Продавец обязан иметь сертификат на каждый из товаров. Покупатель может потребовать такой сертификат и убедиться, что товар завезен легально и не является подделкой.

Особенности галогенных ламп накаливания

Лампы накаливания со временем теряют яркость, и происходит это по простой причине: испаряющийся с нити накаливания вольфрам оседает в виде темного налета на внутренних стенках стеклянной колбы. Современные галогенные лампы не имеют этого недостатка, благодаря добавлению в газ-наполнитель галогенных элементов (йода или брома). Последние способны «собирать» осевшие на колбе испарившиеся частицы вольфрама и «возвращать» их снова на вольфрамовую нить.

Кроме того, колба такой лампы выполняется из тугоплавкого кварцевого стекла, которое более устойчиво к высокой температуре и химическим воздействиям, и может быть заполнена газом под повышенным давлением. В итоге это позволяет повысить температуру спирали, в результате чего увеличивается в 2 раза световая отдача и срок службы галогенной лампы, а размеры ее уменьшаются в несколько раз по сравнению с лампами накаливания такой же мощности.

Галогенные лампы применяются повсюду. Лампы, имеющие цилиндрическую или свечеобразную колбу и рассчитанные на сетевое напряжение 220 В, можно использовать вместо обычных (особенно там, где необходимы лампы небольшого размера). Зеркальные лампы, рассчитанные на низкое напряжение, практически незаменимы при акцентированном освещении мебели, картин, а также жилых помещений.

Используя галогенные лампы, полезно помнить об их особенностях. Трубочатые лампы (особенно мощные) лучше располагать горизонтально с отклонением от горизонтали не более 10 градусов. Температура колбы может достигать 500°С, поэтому следует соблюдать нормы противопожарной безопасности при установке ламп (например, обеспечить достаточное расстояние между поверхностью перекрытия и подвесным потолком).



Полезный совет. До стеклянной поверхности лампы лучше не дотрагиваться голыми руками, так как на ней остаются жирные пятна, что может привести к оплавлению в этом месте стекла колбы. Лампу необходимо брать, используя кусок чистой ткани.

Если колба чем-то испачкана, то нужно протереть ее медицинским спиртом.

Галогенные лампы очень чувствительны к скачкам напряжения сети, поэтому их следует включать через стабилизатор напряжения, а некоторые типы — через понижающий трансформатор.

Учет диапазона напряжений приобретаемой лампы

В настоящее время выпускаются лампы, на которых указан диапазон напряжений: 125...135 В; 215...225 В; 220...230 В; 230...240 В. Эту маркировку на отечественные лампы наносят по кругу. Надпись может быть расположена и в три строчки. Цифры перед буквой В определяют диапазон напряжений данной лампы. Надо внимательно смотреть на эту маркировку при покупке ламп.



Внимание! Если вам приходится менять электрические лампы чаще одного раза в год, значит у вас в квартире повышенное или нестабильное напряжение. Если же лампы служат более двух лет, значит они горят с недостаточным накалом и их эксплуатация неэффективна. В этом случае применяйте лампы, рассчитанные на более низкое рабочее напряжение.

Внимание! В продаже встречаются лампы как на 127 В, так и на 220 В, и вы можете купить их случайно или по причине некомпетентности продавца. У лампы на 127 В, вкрученной в патрон, к которому подано напряжение 220 В, может не просто перегореть нить накаливания. Очень часто сама колба взрывается и разлетается на мелкие кусочки. Особенно опасно купить лампочки на 36 В, применяющиеся в промышленности. При выборе ламп можно воспользоваться рекомендацией завода-изготовителя, которые вкладываются в упаковочную коробку осветительного прибора.

Внимание! Покупая лампы, необходимо обратить внимание на маркировку, которая определяет оптимальное напряжение эксплуатации. При нормальном напряжении сети применяйте лампы с маркировкой 215...225 В и 220...230 В. Если эти лампы часто перегорают, покупайте лампы с маркировкой 230...240 В. При замене ламп 230...240 В и в труднодоступных местах, где часто приходится пользоваться электрическим освещением, применяйте лампы с маркировкой 235...245 В.

Если напряжение электросети вашей квартиры лежит в пределах диапазона, указанного на приобретенной лампе, то она хорошо светит и достаточно долговечна. Значение напряжения, лежащее примерно в середине диапазона, является расчетным. Например, для диапазона 230...240 В расчетное напряжение 235 В, а для диапазона 215...225 В — 220 В.

Таким образом, для сетей на одно номинальное напряжение (220 В) выпускаются лампы с несколькими диапазонами напряжений (215/225 ... 230/240 В). Необходимость в нескольких диапазонах объясняется тем, что рабочее напряжение в сети всегда отличается от номинального:

- ближе к источнику электропитания напряжение выше;
- вдали от источника питания — ниже.



Пример 1. При освещении длинного туннеля, если подстанция расположена в его начале, ближнюю к подстанции часть освещают лампами на 230...240 В, затем диапазон снижают. В конце туннеля используют лампы диапазона 215...225 В.

Пример 2. В квартирах с устойчивым и нормальным напряжением сети оптимально использовать лампы диапазона 215...225 В, на лестничных клетках — на 230...240 В.



Важный вывод. Чтобы лампы и ярко светили, и не перегорали преждевременно, нужно правильно выбрать диапазон напряжений приобретаемых ламп. В пределах каждого диапазона лампа накаливания даст хороший световой поток и достаточно долговечна. Наличие нескольких диапазонов объясняется тем, что рабочее напряжение в сети отличается от номинального: у источника питания (подстанции) оно выше, а вдали от источника питания ниже.

Для лестничных площадок домов можно рекомендовать лампы с номинальным напряжением 230...240 В. В этом случае при номинальном напряжении сети 220 В: напряжение на лампе — 92%, ток — 96%, мощность — 88%, световой поток — 75%, срок службы — 350%, т. е. имеют место как экономия электроэнергии, так и увеличение срока службы лампы накаливания.

Сопротивление нити накала лампы

Экспериментальная проверка наиболее распространенных бытовых ламп накаливания мощностью 25, 40, 60, 75, 100 Вт показывает, что их сопротивление в холодном состоянии составляет 155,5; 103,5; 61,5; 51,5; 40 Ом, а в рабочем — 1936; 1210; 815; 650; 490 Ом, соответственно. Тогда отношение «горячего» сопротивления к «холодному» равняется 12,45; 11,7; 13,25; 12,62; 12,4, а в среднем оно составляет 12,5.

В результате лампа накаливания при включении работает в экстремальных условиях при токах, которые превышают номинальный, что приводит к ускоренному износу нити накала и преждевременному выходу лампы из строя, особенно при превышениях напряжения в питающей сети. Последнее обстоятельство при длительных превышениях напряжения относительно номинального приводит к резкому сокращению срока службы лампы.

Патроны для электрических ламп накаливания

Винтовой цоколь для ламп накаливания был предложен Эдисоном (Edison), и поэтому в обозначении такого цоколя и патрона для него присутствует латинская буква E, а цифры обозначают диаметр резьбы в миллиметрах.

Патроны для ламп накаливания изготавливают из цветных металлов, стали, фарфора или пластмасс и подразделяются на две основные группы:

- штифтовые;
- резьбовые, с размерами резьбовых гильз:
 - E12 — миницоколи;
 - E14 — с диаметром 14 мм (для миньонов, мощность 25...100 Вт);
 - E27 — с диаметром 27 мм (мощность лампы 25...200 Вт);
 - E40 — с диаметром 40 мм (мощность ламп более 200 Вт).

По форме исполнения патроны подразделяют на три группы: патроны для навинчивания на ниппель; патроны с фланцем; патроны для подвеса.



Внимание! Если патрон имеет токоведущую винтовую гильзу, то гильза должна быть подсоединена к нулевому, а не к фазному проводу. Этим обеспечивается электробезопасность при замене электроламп.

Переходник для ламп накаливания

Если есть лампочки с маленьким цоколем, такие, как у ламп в холодильнике, а применить их нигде, везде в светильниках стандартные патроны, есть выход — изготовить переходник. Идея заключается в том, чтобы объединить цоколь от обычной электролампы и патрон для вышеуказанных ламп. Если у вас есть на это время, то можно переделать имеемые лампы.

Необходимо взять перегоревшую лампу, аккуратно отделить стеклянную колбу от цоколя. Освободить цоколь от мастики. В цоколь впаять два

провода достаточной длины (см. рис. 12.3), чтобы удобнее подключить их к контактам патрона и чтобы они поместились в цоколе под патроном. Низ патрона необходимо обработать напильником, чтобы клей затек в неровности. Клеить можно эпоксидным клеем, тогда придется ждать высыхания 24 ч. А можно очень быстро с помощью клеящего пистолета, в этом случае можно пользоваться лампами 15...40 Вт. Термоклей может расплавиться от нагретого патрона [126].

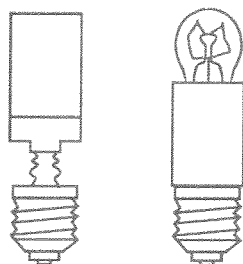


Рис. 12.3. Вариант создания переходника

Ведущие производители ламп накаливания

Отечественные производители и их продукция

Отечественную светотехническую продукцию выпускают следующие производители: объединение «Тисма» (Саранский завод), производящее галогенные, разрядные и люминесцентные лампы, Калачинковский электроламповый завод, Уфимский электроламповый завод, Смоленский электроламповый завод (производит половину всех отечественных люминесцентных ламп). Технические характеристики некоторых ламп накаливания представлены в табл. 12.1.

Основными поставщиками зарубежной продукции на наш рынок являются такие фирмы-производители, как GENERAL ELECTRIC LIGHTING (США), OSRAM и PAULMANN (Германия).

Характеристики некоторых ламп накаливания

Таблица 12.1

Тип	Мощность, Вт	Напряжение, В	Световой поток, лм	Продолжительность горения, ч	Тип цоколя
Лампы накаливания общего назначения					
B215-225-40	40	215 225	415	1000	E27 2"
B215-225-60	60	215 225	715	1000	E27 2"
B215-225-75	75	215 225	1020	1000	E27 2"
B215-225-100	100	215 225	1350	1000	E27 2"
B215-235-40	40	220 235	300	2500	E27 25
B215-235-60	60	220 235	500	2500	E27 25
B215-235-100	100	220 235	1000	2500	E27 25
Лампы накаливания местного освещения					
MO12-15	15	12	200	1000	E27 2"
MO12-60	60	12	1600	1000	E27 2"
MOD24-60	60	24	950	1000	E27 2"
MO24-100	100	24	1740	1000	E27 2"
MOD36-60	60	36	1600	1000	E27 2"
MO36-100	100	36	2500	1000	E27 2"

Лампы фирмы GENERAL ELECTRIC LIGHTING

Фирма поставляет лампы накаливания общего и специального назначения, а также декоративные. Колбы могут быть выполнены из прозрачного и матового стекла, благодаря чему достигается более равномерная яркость источника света. Широко представлены цветные колбы абрикосового, розового, лазурного, светло-зеленого, лимонного и других оттенков, а также с покрытием, имитирующим различные узоры, например, ледяной. Есть зеркальные лампы с колбами, имеющими серебристое или золотистое напыление. Их можно использовать для создания эффекта отраженного света, который, как известно, считается более комфортным. Зеркальная лампа типа PAR 38 подойдет для создания направленного потока света. Фирма выпускает криптоновые лампы с колбами в виде «грибка», сферы или витой и обычной свечи.

Лампы **специального назначения** служат для создания особых условий освещенности. **Неодимовые** лампочки предназначены для освещения растений. **Трубчатые** лампы накаливания Striplight используются, когда нужен особо мягкий свет. **Лампа от насекомых** Parinsect даст вам возможность спокойно отдыхать летним вечером на террасе, не отмахиваясь от назойливых комаров и мошек. **Серия Enrich** — одна из новинок фирмы — способствует максимально насыщенной передаче цветов и их оттенков.

Фирма GENERAL ELECTRIC LIGHTING выпускает три серии **галогенных** ламп. Серия Precise Constant Color рассчитана на профессиональное применение на рабочих местах, требующих точной цветопередачи, и поэтому достаточно дорогая (до \$10). Лампы этой серии практичны — они имеют рекордный срок службы — до 6000 часов, другой же серии — **Precise Bright** — служат 3000...3500 часов. Серия Start объединяет более дешевые и менее долговечные лампы. Хотелось бы упомянуть о моделях **Halo ВТТ**, «Свеча Halo» и «Глоб», имеющих резьбовой цоколь, что позволяет использовать их вместо ламп накаливания.

Лампы фирмы OSRAM

Светотехническая продукция этой фирмы производится в Германии, Франции, Италии, Словакии. Особенностью ламп накаливания фирмы OSRAM является устройство тела накала в виде биспирали, благодаря чему увеличивается световой поток. Лампы серии **Classic** различаются формой колбы (стандартная, свечеобразная, каплевидная). Группа ламп **Bellalux soft** излучает мягкий приятный свет.

Серия **Concentra spot** — это зеркальные лампы диаметром 39, 50, 63, 80 и 95 мм. Зеркальное покрытие на куполе лампочек **Decor Silver/Gold** препятствует прохождению слишком прямого яркого света через купол, обеспечивая тем самым превосходную защиту для глаз. Декоративная лампа **Decor Globe** с шаровой колбой дает мягкий несменяющийся свет. Лампы серии Decor Color окрашены в красный, оранжевый, желтый, зеленый и синий цвета. Они подходят для декоративного оформления и иллюминации.

Компактность ламп **Halolux 220 В** обеспечивает возможность их установки в небольшие узкие светильники. Если в вашем доме есть коллекция скульптур, керамики или каких-нибудь других художественных объектов и вы хотели бы выделить их с помощью светового акцента, то можно использовать низковольтные галогенные лампы **Decostar** (с алюминиевым, титановым и обычным отражателями). Новинка мирового рынка — лампа **Halopin**. Она компактна (длина 50 мм, диаметр 14 мм), имеет штырьковую цоколь, рассчитана на 220 В и применяется в малогабаритных светильниках.

Лампы фирмы PAULMANN

Фирма представляет на рынке широкий ассортимент декоративных ламп с колбами различных форм, цветов и оттенков (золотистые, серебряные), матированными, прозрачными, рифлеными, имеющими напыление в виде рисунков и зеркальное напыление внутри колбы.

Интересна лампочка **Feelings Flame Kerzenlampe**, имитирующая свечу. Она имеет патрон E14, а ее мощность — 3 Вт (то есть как у обычной свечки). Лампочка вставляется в подсвечник, а трубочка-основание подрезается до нужной длины. Специальное приспособление имитирует эффект дрожащего пламени свечи. Трубочатые лампы накаливания **Linienlampe Disco**, помимо традиционного исполнения, выпускаются желтого, красного, синего и зеленого цветов. Производятся декоративные лампы типа **Kreuzkerze**, **Globe Fantasia** с изображением, например, цветка, животного или с надписью внутри колбы. В основном они используются в качестве ночников, их мощность 3 Вт.

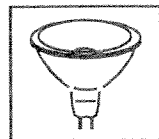
Особенность галогенных ламп этой фирмы в том, что они все низковольтные и рассчитаны на напряжение 12 В. Лампы **Akzent** с направленным световым потоком прекрасно подходят для натяжных потолков, так как они пожаробезопасны (80% теплового потока направляется вниз, и пространство над потолочной пленкой не нагревается). Стекло компактных галогенных ламп — **Halogen Stiftsockel** — тоже может быть цветным. Выпускаются модели со сроком службы 1500....2000 или 4000 часов.

Лампы, производимые фирмой PHILIPS

PHILIPS производит лампы с 1891 года, являясь мировым лидером в этой области. Технология производства постоянно совершенствуется и использует самые современные научно-технические достижения. Продукцию фирмы PHILIPS характеризует высочайшее качество, повышенная надежность, максимальная эффективность и гарантированная безопасность. При этом лампы PHILIPS имеют вполне конкурентоспособные цены по сравнению с лампами других иностранных производителей. Лампы фирмы PHILIPS производятся в Польше на оборудовании PHILIPS. При невысокой цене качество этой продукции превосходит российские аналоги. Кроме того, ассортимент ламп значительно шире, чем у российских производителей.

Галогенные лампы накаливания

К ним относятся лампы направленного света с различными отражателями для акцентного и общего освещения (применяются в магазинах, ресторанах, на выставках); декоративные лампы различных форм (применяются в жилых помещениях, гостиницах, музеях); капсульные лампы для акцентной и торговой подсветки; линейные лампы внутреннего и внешнего освещения (применяются для наружной рекламы, в прожекторах на стоянках и строительных объектах).



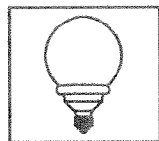
Лампы накаливания

Являются наиболее широко применяемым источником света. Включают традиционные лампы накаливания, предназначенные для общего освещения домов и жилых помещений; лампы *Sofione* — для освещения, создающего приятную атмосферу отдыха с высокой степенью визуального комфорта (используются в спальнях, ресторанах, различных залах); декоративные лампы — для освещения зеркал, шкафов, мебели, создания специальных декоративных эффектов (используются в клубах, парках, бутиках, в церкви); зеркальные лампы — для акцентного освещения и создания специальных эффектов (применяются на выставках, дискотеках, в витринах).



Компактные люминесцентные лампы

Являются энергосберегающими лампами и подразделяются на интегрированные и неинтегрированные компактные люминесцентные лампы. Интегрированные лампы имеют встроенную схему балласта и стартера и вкручиваются в стандартные патроны E27 или E14. Они подходят для замены ламп накаливания в большинстве случаев, но выгодно отличаются от последних низким энергопотреблением и продолжительным сроком службы. Неинтегрированные лампы применяются для общего или вспомогательного освещения в настольных лампах, потолочных или настенных светильниках со специальными цоколями и соответствующими балластами.

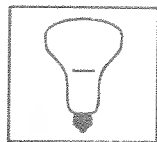


Газоразрядные лампы

Применяются в осветительных установках, требующих компактного источника света большой мощности с высокими световыми потоками и значительными сроками службы. В зависимости от требуемого светового потока, цветопередачи, фокусировки светового пучка и конструкции могут использоваться ртутно-вольфрамовые лампы (освещение улиц, площадей, стоянок); ртутные (заводы, фабрики, шахты, здания с высокими пролетами); металлогалогенные лампы высокого давления (промышленное и спортивное освещение, витрины и торговые площади); натриевые лампы высокого и низкого давления (уличное и прожекторное освещение, коммерчески площади), индукционные лампы со сверхвысоким сроком службы (освещение дорожных знаков и препятствий, туннелей, безлюдного производства, взрывоопасных зон).



Специальные лампы



Включают различные виды ламп специального назначения, например, инфракрасные излучатели — для промышленного обогрева, медицинского ухода, сельского хозяйства; активные люминесцентные лампы для поперечных машин, ловушек для насекомых, фотохимических процессов, ультрафиолетовые лампы — для дискотек, детекторов валют; бактерицидные лампы — для дезинфекции и обеззараживания, лампы для мясных прилавков — имеют спектр излучения, который делает внешний вид мясных продуктов более привлекательным, лампы для замера и другие.

Продление срока службы ламп накаливания

Физические основы старения ламп накаливания

Процесс старения и срок службы лампы

Срок службы лампы накаливания колеблется в широких пределах, потому что зависит:

- от качества соединений в электропроводке и светильнике;
- от стабильности номинального напряжения;
- от наличия или отсутствия механических воздействии на лампу, толчков, сотрясений, вибраций;
- от температуры окружающей среды;
- от типа примененного выключателя и скорости нарастания величины тока при подаче питания на лампу.

При продолжительной работе лампы накаливания ее нить накала под воздействием высокой температуры нагрева постепенно испаряется, уменьшаясь в диаметре, рвется (перегорает).

Чем выше температура нагрева нити накала, тем больше света излучает лампа. При этом интенсивнее протекает процесс испарения нити, и сокращается срок службы лампы. Поэтому для ламп накаливания устанавливается такая температура накала нити, при которой обеспечивается необходимая светоотдача лампы и определенная продолжительность ее службы.

Средняя продолжительность горения лампы накаливания при расчетном напряжении не превышает 1000 часов. После 750 часов горения световой поток снижается в среднем на 15%.



Внимание!

Лампы накаливания очень чувствительны даже к относительно небольшим повышениям напряжения: при повышении напряжения всего на 6% срок службы снижается вдвое. По этой причине лампы накаливания, освещающие лестничные клетки, довольно часто перегорают, так как ночью электроосветительная нагрузка и напряжение повышаются.

Причины быстрого перегорания ламп накаливания

В одном из немецких городов есть фонарь, в который вкручена одна из первых ламп накаливания. Ей уже больше 100 лет. Но она сделана с огромным запасом надежности, поэтому горит до сих пор. В наше время лампочки накаливания выпускаются массово, но с очень малым запасом надежности. Бросок тока, возникающий при включении освещения, часто выводит лампочку из строя из-за малого сопротивления в холодном состоянии. Поэтому при включении освещения лампочку надо разогреть малым током, а затем включить на полную мощность. Лампа накаливания выходит из строя, как правило, при включении из-за малого сопротивления холодной нити накала.

Рассмотрим небольшие хитрости по продлению жизни лампам накаливания.

Учет номинального напряжения

В настоящее время промышленность производит лампы накаливания, на которых указано не одно напряжение (127 или 220 В), а диапазон напряжений (125...135, 215...225, 220...230, 230...240 В).

В пределах каждого диапазона лампа накаливания даст хороший световой поток и достаточно долговечна. Наличие нескольких диапазонов объясняется тем, что рабочее напряжение в сети отличается от номинального: у источника питания (подстанции) оно выше, а вдали от источника питания ниже.

В связи с этим, чтобы лампы долго служили и хорошо светили, необходимо правильно выбрать необходимый диапазон. Очевидно, что если напряжение в вашей квартирной сети равно 230 В, то покупать и устанавливать лампы накаливания, на которых указан диапазон 215...225 В, не имеет смысла. Такие лампы работают с перекатом и долго служить не будут — они перегорают преждевременно.

Влияние вибрации на срок службы ламп

Лампы накаливания, которые работают в условиях вибрации и подвергаются толчкам, выходят из строя чаще, чем работающие в спокойном состоянии. Если возникает необходимость пользоваться переноской, то лучше осуществлять ее перемещение в выключенном состоянии.

Профилактика патрона, в котором часто перегорают лампы

Иногда бывает, что в люстре перегорает одна и та же лампа, причем при работе лампы патрон очень горячий. В этом случае необходимо почистить и подогнуть центральный и боковые контакты, подтянуть контактные соединения проводов, подходящих к патрону. Желательно, все лампы в люстру установить одинаковой мощности.

Устройства защиты промышленного производства

Блоки защиты БЗ300...1500

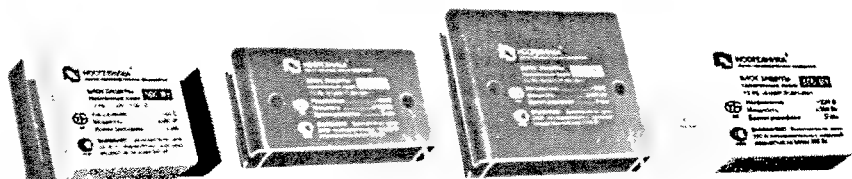
Технические характеристики:

Рабочее напряжение 176...264 В, 50Гц

Напряжение на нагрузке, не более 230 В

Количество каналов управления, шт 1

Блоки предназначены для продления срока службы галогенных ламп и ламп накаливания в 5-6 раз. Защита осуществляется благодаря системе плавного пуска и стабилизации рабочего напряжения на лампе. Система плавного пуска позволяет постепенно разогреть нить накаливания, предотвращая разрушающие броски пускового тока. Дополнительная стабилизация защищает лампу от перепадов напряжения, превышающих максимально допустимое для нее напряжение. Но с электронными трансформаторами блок защиты не работает.



Блок защиты	БЗ-300	БЗ-500	БЗ-1000	БЗ-1500
Максимальная мощность, Вт	300	500	1000	1500
Максимальный ток нагрузки, А	1,4	2,3	4,5	6,8
Крепёжные размеры, мм	60	65	87	87
Габаритные размеры, мм	70x42x15	80x42x15	100x50x26	100x74x26

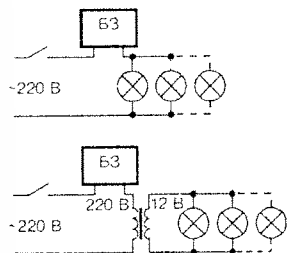


Рис. 12.4.

Подключение блока защиты следует проводить при отключенном напряжении сети. Суммарная мощность нагрузки, подключаемой к блоку, не должна превышать 300, 500, 1000 и 1500 Вт, соответственно. Блок защиты включается последовательно с осветительным устройством по цепи 220 В (см. рис. 12.4).

Модуль защиты ламп накаливания ASP-L1

Модуль защиты ASP-L1 предназначен для продления срока службы всех видов ламп накаливания, в том числе и галогенных. Он защищает лампы от бросков тока в момент включения, путём плавной подачи напряжения. Модуль рассчитан на совместную работу с лампами на напряжение 220 В.

Основные параметры:

Рабочее напряжение, В 170...260

Частота, Гц 50...60

Мощность нагрузки, не более, Вт 500

Время разогрева нити накаливания, с 5

Диапазон рабочих температур, °С -20...+40

Модуль ASP-L1 построен на двухстороннем стеклотекстолите размером 30х30 мм. Включается последовательно с нагрузкой и устанавливается в стандартную монтажную коробку вместе с выключателем. При использовании двухклавишного выключателя, устанавливаются два модуля.



Внимание!

При работе модуля на максимальную нагрузку 500 Вт, его температура может достигать 70°C.

Схемы включения модуля при использовании одно- и двухклавишного выключателя приведены на рис. 12.5.

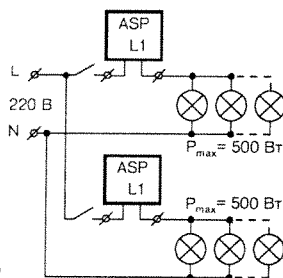
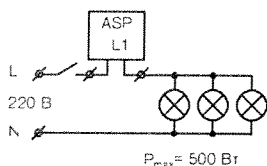


Рис. 12.5. Схемы включения модуля при использовании одно- и двухклавишного выключателя

Регулятор яркости для ламп накаливания (диммер) ASP-L2

Цифровой регулятор яркости ASP-L2 предназначен для плавного включения/выключения, а также плавного регулирования яркости освещения в бытовых, офисных и производственных помещениях при работе на лампы накаливания любого типа, в том числе и галогенных. Данное управление позволяет продлить срок службы ламп в несколько раз. Встроенный восьмичасовой счетчик времени отключит освещение автоматически, если свет, по каким-то причинам забыли выключить. Данный чип-модуль работает с любыми типами одноклавишных выключателей, клавиши которых не имеют фиксации (при отпуске, клавиша должна считаться в первоначальное положение, как кнопка звонка). Такой тип управления считается более надежным по сравнению с классическими регуляторами освещения, так как не имеют трущихся и вращающихся частей.

Основные параметры:

Рабочее напряжение, В... 200...240

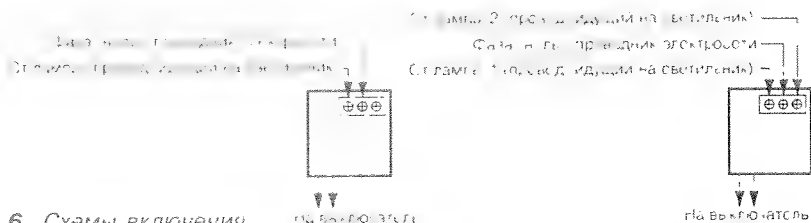
Частота, Гц... 50...60

Мощность нагрузки, не более, Вт... 500

Диапазон рабочих температур, °С... 0... +40

Запрещается эксплуатация устройства при повреждении защитной оболочки и изоляции присоединительных проводников электросети. Монтаж устройства производится только в обесточенном состоянии. Для избежания пожара и короткого замыкания электросети запрещается подключать нагрузку большей мощности, чем указано в паспорте устройства. При работе чип-модуля на максимальную нагрузку 500 Вт, его температура может достигать 70°C.

Рассмотрим порядок монтажа и эксплуатацию устройства. Модуль ASP-L2 построен на двухстороннем стеклотекстолите размером 32х32 мм и устанавливается в любую стандартную монтажную коробку вместе с выключателем. На устройстве находится клеммная колодка, куда подсоединяются проводники освещения и электросети, как показано на рис. 12.6, при установке на место одноклавишного и при установке на место двухклавишного выключателя.

**Рис. 12.6.** Схемы включения

После подачи электроэнергии устройство готово к работе. Для установления желаемой освещенности, необходимо нажать и удерживать клавишу выключателя около 5 секунд, при этом происходит плавное включение. При отпускании клавиши, плавный пуск прекращается, и устройство запоминает величину яркости освещения. Повторное, однократное, кратковременное нажатие клавиши осуществляет плавное выключение. Включение происходит так же однократным, кратковременным нажатием клавиши. Плавный пуск при этом происходит до установленной величины яркости.

Блоки таймера с функцией защиты ламп БЗТ-300 и БЗТ-500

Блок таймера с функцией защиты ламп предназначен для отключения освещения на лестничных площадках, в тамбурах, прихожих и т.п. через заданный промежуток времени, а также для предотвращения срока службы ламп (исключает броски тока при включении и перенапряжения питающей сети). Блок рассчитан на совместную эксплуатацию с лампами накаливания и галогенными лампами накаливания на напряжение 220 и 12 В (последние питают через обыкновенный электронный трансформатор).

Технические характеристики:

Рабочее напряжение 176...264 В, 50 Гц

Напряжение на нагрузке, не более 230 В

Максимальная мощность нагрузки:

БЗТ-300 300 Вт

БЗТ-500 500 Вт



Подключается и устанавливается в монтажной коробке совместно с обычным выключателем освещения. Благодаря этому любой выключатель может превратиться в таймер отключения освещения. В отличие от таймера-выключателя, имеющего свой дизайн и полностью законченную конструкцию, блок таймера с функцией защиты ламп позволяет сохранить стилистическое единство электроустановочных устройств (выключателей, розеток и т.д.) в квартире, доме, офисе.



Включение освещения происходит при любом переключении выключателя. При этом не важно, в каком положении он находился ранее. Если при включенном освещении переключить выключатель, то свет выключится, несмотря на то, что время выдержки (5 минут) еще не прошло. Но с электронными трансформаторами блок не работает.

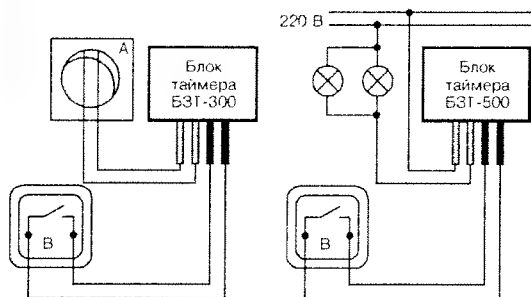
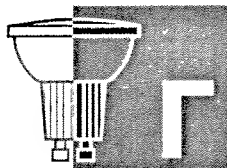


Рис. 12.7. Схемы включения блоков БЗТ

Подключение блока таймера нужно проводить при отключенном напряжении сети. Суммарная мощность нагрузки, подключаемой к блоку, не должна превышать 300 и 500 Вт, соответственно. Для подключения светлые провода присоединяют к проводам из монтажной коробки выключателя (А), идущим к лампам освещения, а темные провода подключают к клеммам выключателя (В). Схемы включения приводятся на рис. 12.7.



Г алогенные лампы накаливания

Устройство и принцип действия

Особенности галогенных ламп

Галогенные лампы накаливания по структуре и принципу действия сравнимы с лампами накаливания. Но они содержат в газе-наполнителе незначительные добавки галогенов (бром, хлор, фтор, йод) или их комбинации. С помощью этих добавок возможно в определенном температурном интервале практически полностью устранить потемнение колбы (вызванное испарением атомов вольфрама) и обусловленное этим уменьшение светового потока.

Поэтому размер колбы в галогенных лампах накаливания может быть сильно уменьшен, вследствие чего с одной стороны можно повысить давление в газе-наполнителе, и с другой стороны становится возможным применение дорогих инертных газов (криптон и ксенон) в качестве газов-наполнителей.

Современные галогенные лампы имеют ряд существенных **преимуществ**:

- неизменно яркий свет в течение всего срока службы;
- красивый, сочный свет, обеспечивающий великолепную цветопередачу и возможность создания привлекательных световых эффектов;
- больше света при такой же мощности, благодаря более высокой световой отдаче, а следовательно, и повышенная экономичность;
- увеличенный вдвое срок службы, по сравнению с лампами накаливания;
- уменьшенные размеры.

Вольфрамо-галогенный цикл

Существенные характеристики лампы накаливания — **световая отдача и срок службы** — в основном определяются температурой спирали: чем выше температура спирали, тем выше световая отдача, но тем короче срок службы.

Сокращение срока службы является последствием быстро растущей при повышении температуры скорости испарения вольфрама, которая приводит с одной стороны, к потемнению колбы, а с другой — к перегоранию спирали.

Потемнение колбы можно эффективно предотвратить с помощью галогенной добавки к газу-наполнителю, которая в процессе вольфрамо-галогенного цикла (рис. 13.1) не дает уже испаренному вольфраму осесть на стенках колбы. Испаренный из спирали в процессе работы лампы вольфрам попадает в результате диффузии или конвекции в температурную область ($T_1 < 1400$ K) вблизи стенки колбы, где образует стабильное вольфрамо-галогенное соединение. Вместе с тепловым потоком эти соединения снова перемещаются в зону горячей спирали ($T_2 > 1400$ K) и там снова распадаются.

Часть вольфрама снова восстанавливается на спирали, но уже на новом месте. Нормальный вольфрамо-галогенный цикл приводит т.о. лишь к предотвращению потемнения колбы, но не к увеличению срока службы, который закончится в результате разрыва спирали на возникших «горячих ячейках».



Рис. 13.1. Вольфрамо-галогенный цикл

Так называемый «регенеративный» цикл был бы возможен с участием фтора. Но этот способ сегодня еще не разработан из-за агрессивности фтора по отношению к кварцевому и тугоплавкому стеклу, а также по причине его сопротивляемости к ныне используемым галогенам.

Галогенные лампы накаливания нового поколения

Галогенные лампы накаливания нового поколения, с отражающим инфракрасное излучение покрытием ламповой колбы, характеризуются **значительным повышением световой отдачи**.

Это обусловлено следующим физическим процессом. Часть энергии, которая в обычных галогенных лампах накаливания преобразовывается в невидимое инфракрасное излучение (более 60% производительности излучения), в лампах с покрытием частично преобразовывается снова в свет. Это стано-

вится возможным благодаря структуре покрытия, которое пропускает только видимый свет, а инфракрасное излучение по возможности полностью возвращает на спираль, где оно частично поглощается. Это вызывает повышение температуры спирали, вследствие чего подачу электроэнергии можно сократить. Световая отдача возрастает.

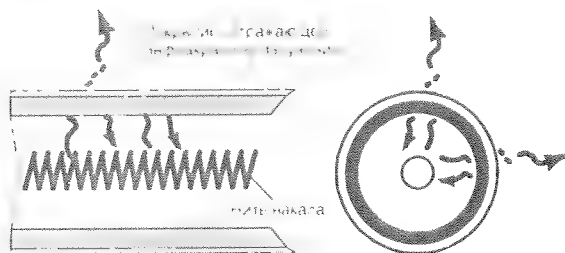


Рис. 13.2. Принцип работы софитной галогенной лампы накаливания низкого напряжения с покрытием отражающим инфракрасную составляющую

Применение галогенных ламп

Галогенные лампы накаливания применяются для светильников общего освещения и прожекторов, инфракрасного облучения, кино-фото съемочного и телевизионного освещения, автомобильных фар, аэродромных огней, оптических приборов и др. Миниатюрные лампы применяются в кинопроекторах, в медицинских приборах, в проекторах измерительных лабораторий, театральных световых приборах, в подводных световых приборах. Среднегабаритные лампы применяются в осветительной аппаратуре для цветных кино-, фото-, телесъемок.

Система обозначений

Рассмотрим структуру условного обозначения ламп накаливания галогенных:

Буквенное обозначение К — кварцевая, Г — галогенная
 Д — дифференциальное излучение, И — с интерференционным отражателем
 К — с концентрированным теплом накала, П — произвольного положения горения
 М — мало абзрл. ф. Мп — мало абзрл. ф. термисторизатор
 С — с стеновыми контактами, Э — с эллиптическим отражателем

— X — номинальное напряжение или диапазон напряжений (от 6 до 380 В)

— х — номинальная мощность (от 20 до 10000 Вт)

— х — относительная яркость с базовой модели (от 1 до 6).

X - X - X - X

В СНГ приняты следующие обозначения галогенных ламп накаливания:

- первая буква — **материал колбы** (К — кварцевая);
- вторая буква — **вид галогенной добавки** (И — йод, Г — галоген);
- третья буква — **область применения** (О — облучательная) или конструктивная особенность (М — малогабаритная);
- первая группа цифр — **мощность, Вт; сила света, кд; ток, А, или световой поток, лм**, в зависимости от принятой маркировки или ламп соответствующего типа;
- последняя цифра — **порядковый номер разработки** после первой.

Конструктивные особенности

По конструктивным признакам галогенные лампы накаливания делятся на две группы: с длинным спиральным телом накала при соотношении длины ламп к диаметру более 10 — **линейные или трубчатые лампы**; с компактным телом накала при отношении длины тела накала к диаметру не менее 8 — эти галогенные лампы накаливания подразделяются в свою очередь на **мощные и малогабаритные**, в которых электроды размещены обычно с одной стороны.

Лампы для светильников общего освещения и прожекторов выпускаются преимущественно на напряжение 220 В мощностью от 1 до 20 кВт; световая отдача — 22...26 лм/Вт, срок службы — 2000 ч, лампы трубчатые, положение горения — горизонтальное.

Лампы инфракрасного облучения выпускаются на напряжения 127, 220 и 380 В мощностью от 0,5 до 5 кВт, срок службы повышенный (2500...5000 ч), так как тела накала этих ламп работают при низких температурах (2400...2700 К); лампы трубчатые, положение горения — горизонтальное.

Малогабаритные галогенные лампы накаливания разного назначения выпускаются на напряжение до 30 В (преимущественно 6, 12 и 24 В), мощностью 15...650 Вт, лампы имеют компактную форму тела накала. Поскольку от большинства этих ламп требуется высокая яркость, они имеют температуру тела накала 3000...3200 К и срок службы несколько десятков или сотен часов, положение горения — любое.

Устройство галогенных ламп накаливания. Колба лампы — длинная узкая кварцевая трубка; тело накала — прямолинейная вольфрамовая спираль, закрепленная на вольфрамовых держателях по оси колбы.

Расположенные по обоим концам трубки вольфрамовые вводы соединены с выводами, впаянной в кварц молибденовой фольгой. Диаметр трубки-колбы и расположение тела накала в ней выбираются так, чтобы при горении галогенных ламп накаливания температура стенки была 500...600°C (не менее 250°C и не более 1200°C).

Устройство и принцип действия

Тело накала галогенных ламп накаливания изготавливают из специальных марок вольфрамовой проволоки, преимущественно в виде спирали, которой в лампе с помощью электродов и держателей придается необходимая форма.

Принцип действия галогенных ламп накаливания заключается в образовании на стенке колбы летучих соединений — галогенидов вольфрама, которые испаряются со стенки, разлагаются на теле накала и возвращают ему, таким образом, испарившиеся атомы вольфрама.

Галогенная добавка в лампах накаливания с вольфрамовым телом накала вызывает замкнутый химический цикл. Йодно-вольфрамовый цикл препятствует осаждению вольфрама на колбе, но не обеспечивает возвращение его частиц в дефектные участки тела накала. Поэтому механизм перегорания тела накала в йодных лампах остается таким же, как и в обычных лампах накаливания.

Применение йода в галогенных лампах накаливания выявило некоторые его недостатки: агрессивность по отношению к металлическим деталям, трудность дозировки, некоторое поглощение излучения в желто-зеленой области. Другие галогены (бром, хлор, фтор), будучи более агрессивными, в чистом виде не могут его заменить. В настоящее время в большинстве галогенных ламп накаливания применяют химические соединения галогенов CH_3Br (бромистый метил) и CH_2Br_2 (бромистый метилен).

Чистый бром выделяется в зонах с температурой выше 1500°C . Для галогенных ламп накаливания с большим сроком службы применяют CH_3Br , полагая, что таким путем вводится некоторый избыток водорода, компенсирующий его утечку через горячую кварцевую колбу. По сегодняшний день продолжается работа по подбору новых летучих соединений, галогенов.

Исследования показывают, что механизм возвратного цикла значительно сложнее, чем представлялось на ранней стадии создания галогенных ламп накаливания. Установлено, что йодно-вольфрамовый цикл не происходит в лампе, абсолютно свободной от кислорода, однако, введение в галогенные лампы накаливания кислорода способствует появлению вредного для ламп водяного цикла, как и в обычных лампах накаливания.

Длинные линейные галогенные лампы накаливания имеют недостатки: их невозможно долго эксплуатировать в наклонном или вертикальном положении, так как при этом галогенные добавки и инертный газ отделяются друг от друга и регенеративный цикл прекращается. Из-за высокой стоимости кварца и недостаточной технологичности галогенных ламп накаливания, они пока еще дороги.

Галогенные лампы накаливания по сравнению с обычными лампами имеют более стабильный по времени световой поток и, следовательно, повышенный полезный срок службы, а также значительно меньшие размеры, более высокие термостойкость и механическую прочность, благодаря применению кварцевой колбы. Малые размеры и прочная оболочка позволяют наполнить лампу до высоких давлений ксеноном и получать на этой основе более высокую яркость и повышенную световую отдачу (либо повышенный физический срок службы).

Галогенные лампы сетевого напряжения

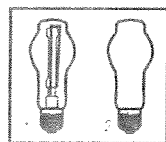
Галогенный свет — от широкого рассеянного, мягкого, не дающего тени, до резко ограниченного узкого пучка — дает возможность изыскивать бесчисленное количество вариантов освещения.

Галогенные лампы, в отличие от традиционных ламп накаливания, дают свет с более высокой цветовой температурой (около 3000 К) при одинаковой способности к цветопередаче. Эти лампы более долговечны, дают больше света при одинаковой мощности и сохраняют постоянную величину светового потока в течение всего срока эксплуатации. Яркость галогенных ламп можно регулировать, что позволяет адаптировать интенсивность света к индивидуальным требованиям потребителя. Галогенные лампы, рассчитанные на высокие напряжения, можно эксплуатировать без трансформатора при напряжении в сети 220...240 В.

Галогенные лампы сетевого напряжения общего назначения

Галогенные лампы накаливания предоставляют возможность по-новому передать всю цветовую гамму и блеск окружающего интерьера. Их свет не теряет свою яркость на протяжении всего срока службы ламп. По показателям экономичности они превосходят стандартные лампы накаливания в два раза: галогенная лампа горит ярче и служит в два раза дольше аналогичной по мощности обычной лампы накаливания. Галогенные лампы сетевого напряжения — это превосходная альтернатива классическим лампам накаливания.

HALOLUX BT



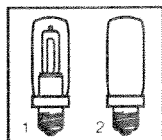
Прозрачные 1 — 64470 (...78) BT

Силицированные 2 — 64470 (...78) BT SI

Лампы OSRAM HALOLUX BT — это превосходная альтернатива классическим лампам накаливания. «Подходящий свет своевременно и в необходимом количестве» — Ле Корбюзье. Характерные особенности: простота эксплуатации от сетевого напряжения без трансформатора; белый свет превосходного качества; повышенная на 15% по сравнению с обычной лампой накаливания такой же мощности, световая отдача; срок службы — 2000 часов; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2900 К.

HALOLUX CERAM с цоколем E27

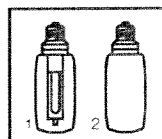
Прозрачные 1 — 64470 (...80). Матовые внутри 2 — 64470 (...80)IM



Лампы **OSRAM CERAM** — это изящная галогенная замена классической лампе накаливания. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; компактное исполнение, благодаря которому лампы можно устанавливать и в небольшие узкие светильники; повышенная на 10% по сравнению с обычными лампами накаливания световая отдача; удвоенный срок службы; возможность использовать в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2900 К.

HALOLUX T

Прозрачные 1 — 64860 (...62) T. Матовые 2 — 64861 (62) TIM



OSRAM HALOLUX T — декоративная галогенная лампа. Альтернатива обычным свечеобразным и каплевидным лампам. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; белый свет превосходного качества; повышенная на 25% по сравнению с обычной лампой накаливания такой же мощности, световая отдача; срок службы — 2000 часов; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2900 К.

HALOLUX HC /пирамидальные свечи

Прозрачные — 64860 (...62) HC



Новые световые акценты в жилых помещениях. Более свежие цвета интерьера и привлекательный эффект сверкания поверхностей. Для люстр — лампа **HALOLUX HC** с шестигранной колбой. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; белый свет превосходного качества; повышенная на 25% по сравнению с обычной лампой накаливания такой же мощности, световая отдача; срок службы — 2000 часов; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2900 К.

HALOLUX CF /витые свечеобразные

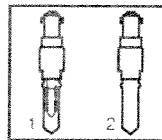
Прозрачные — 64860 (61) CF



OSRAM HALOLUX CF — декоративная галогенная лампа. Альтернатива обычным витым свечеобразным лампам. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; белый свет превосходного качества; повышенная на 25% по сравнению с обычной лампой накаливания такой же мощности, световая отдача; срок службы — 2000 часов; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2800 К.

HALOLUX CERAM с цоколем B15d

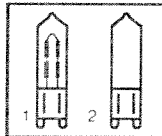
Прозрачные 1 — 64466 (...79). Матовые снаружи 2 — 64466 (...79)



Лампы OSRAM HALOLUX имеют встроенную систему предохранителей и стекло для абсорбирования УФ-составляющей, благодаря которым они могут использоваться и в открытых светильниках согласно МЭК 60598. В презентабельных помещениях система освещения играет особую роль — в них свет является важной составной частью общего интерьера.

HALOPIN

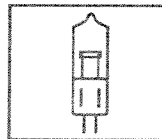
Прозрачные 1 — 66625/60/75. Матовые 2 — 66625AM



Лампы HALOPIN — это новый шаг фирмы OSRAM на пути к миниатюризации ламп сетевого напряжения. Чуть больше по размерам низковольтной лампы со штырьковым цоколем лампа HALOPIN является лучшим источником света для филигранных галогенных светильников без трансформаторов. Характерные особенности: самая миниатюрная галогенная лампа сетевого напряжения в мире; простая в обслуживании, благодаря новому штырьковому цоколю G9; возможность использовать в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2900 К.

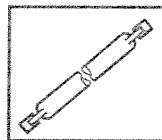
Capsule 220V

Прозрачные 1 — YuCaps-220/50



Лампы Capsule 220V предназначены для встроенных в корпусную мебель и врезных потолочных светильников.

OSRAM HALOLINE IRC 63467 IRC

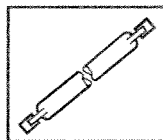


OSRAM HALOLINE IRC — именно так называется новое поколение энергосберегающих галогенных ламп заливающего света со специальным покрытием. Лампы HALOLINE IRC позволяют экономить до 25% расходов на электроэнергию. Рабочее положение произвольное. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; повышенная светоотдача при меньшей потребляемой мощности; лампа мощностью 250 Вт имеет более высокий световой поток, чем обычная лампа 300 Вт, лампа мощностью 400 Вт аналогична обычной лампе 500 Вт; пониженная на 30% тепловая нагрузка в светильниках; срок службы — 2000 часов; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2950 К.



Внимание! 1. При использовании галогенных ламп заливающего света в системах внутреннего и наружного экспозиционного освещения для них должны предусматриваться закрытые светильники (Положение МЭК 60598, EN 60598).

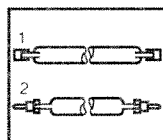
2. Рекомендуется применять предохранители с указанными параметрами (согласно МЭК 60357, EN 60357): 63467, 63469 — 2 А.

R7s YuR7s-78/100

Линейные галогенные лампы R7s являются идеальными источниками света для внутреннего и наружного экспозиционного освещения. Эксплуатация только в закрытых светильниках; простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; срок службы — 2000 часов; рабочее положение ламп — любое; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами.

OSRAM HALOLINE

1 — 64688. 2 — 64783



Лампы OSRAM HALOLINE являются идеальными источниками света для внутреннего и наружного экспозиционного освещения. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; повышенная ударопрочность, благодаря применению инновационных горелок в лампах мощностью от 60 до 150 Вт; срок службы — 2000 часов; рабочее положение ламп до 500 Вт — любое, рабочее положение ламп > 750 Вт — горизонтальное; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 3000 К.

**Внимание!**

1. При использовании галогенных ламп заливающего света в системах внутреннего и наружного экспозиционного освещения для них должны предусматриваться закрытые светильники (Положение МЭК 60598, EN 60598).

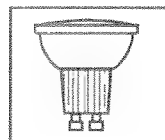
2. Рекомендуется применять предохранители с указанными параметрами (согласно МЭК 60357, EN 60357): 64688, 64690, 64695, 64696, 64698, 64701 — 2 А; 64702 — 4 А; 64560, 64740 — 6,3 А; 64760, 64783, 64784 — 10 А.

Галогенные лампы направленного света сетевого напряжения

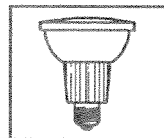
Галогенные лампы направленного света — это более мощная и экономичная альтернатива обычным зеркальным лампам.

Алюминиевый отражатель направляет вперед вместе с видимым светом и тепло. Это позволяет эффективно решать температурную проблему, возникающую при установке ламп в потолочные светильники и в светильники с закрытыми головными частями.

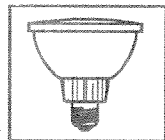
Для чувствительных к теплу объектов — модели с интерференционным отражателем, в которых 2/3 теплового излучения отводятся назад.

OSRAM HALOPAR 16 64824FL

OSRAM HALOPAR 16. Более мощная галогенная альтернатива обычным зеркальным лампам. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; белый галогенный, излучаемый под двумя углами превосходный свет для акцентирования освещения; повышенная на 35% по сравнению с обычной зеркальной лампой яркость света; экономия электроэнергии 15%; фасетный отражатель с прозрачным защитным стеклом; срок службы — 2000 часов; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2900 К.

OSRAM HALOPAR 20 64832SP

OSRAM HALOPAR 20. Более мощная галогенная альтернатива обычным зеркальным лампам. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; белый галогенный, излучаемый под двумя углами превосходный свет для акцентирования освещения; повышенная на 35% по сравнению с обычной зеркальной лампой яркость света; экономия электроэнергии 15%; фасетный отражатель с прозрачным защитным стеклом; для чувствительных к теплу объектов: интерференционный отражатель, в котором 2/3 теплового излучения отводится назад; срок службы — 2000 часов; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2900 К.

OSRAM HALOPAR 30

OSRAM HALOPAR 30. Более мощная галогенная альтернатива обычным зеркальным лампам. Характерные особенности: простая эксплуатация от сетевого напряжения без трансформатора; белый галогенный, излучаемый под двумя углами превосходный свет для акцентирования освещения; повышенная на 35% по сравнению с обычной зеркальной лампой яркость света; экономия электроэнергии 15%; фасетный отражатель с прозрачным защитным стеклом; для чувствительных к теплу объектов: интерференционный отражатель, в котором 2/3 теплового излучения отводится назад; срок службы — 2000 часов; возможность использования в системах освещения со светорегуляторами; цветовая температура около 2900 К.

Низковольтные галогенные лампы

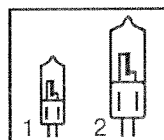
Галогенный свет, благодаря своим исключительным качествам, делает цвета окружающей среды более живыми и интенсивными. Исключительные преимущества галогенных ламп низкого напряжения — компактная конструкция, высокая электробезопасность и возможность регулирования светового потока — позволяют осуществлять индивидуальный подход к решению осветительных задач, с учетом личных потребностей клиента. При эксплуатации ламп, рассчитанных на низкие напряжения (6, 12 или 24 В), необходимо использовать трансформатор.

Низковольтные галогенные лампы общего назначения

Капсульные галогенные лампы — самые компактные из галогенных ламп, изготавливаются по технике низкого давления и могут эксплуатироваться в открытых светильниках без защитного стекла. Капсульные лампы выпускаются с поперечной или продольной нитью накала. Спираль, расположенная по оси, обеспечивает оптимальное распределение светового потока. Наряду с капсульными галогенными лампами HALOSTAR STANDARD, имеющими стандартные характеристики, предлагаются лампы HALOSTAR STARLITE с увеличенным до 3000 часов сроком службы и лампы 24-вольтовой серии HALOSTAR UV-STOP 24V со стеклом, поглощающим ультрафиолетовое излучение, а также энергосберегающее решение — лампы HALOSTAR IRC с увеличенной на 30% световой отдачей.

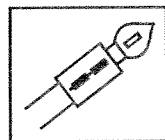
OSRAM HALOSTAR STARLITE

1 — 64405 (...25) S. 2 — 64427 (...58) S



Лампы OSRAM HALOSTAR STARLITE предназначены для промышленного и профессионального применения: «звездное небо», встроенные в корпусную мебель светильники, светильники для письменного стола, люстры и другие светильники без защитного стекла. Характерные особенности: техника низкого давления, соответствующая требованиям нового стандарта МЭК 60598; возможность эксплуатации в открытых светильниках без защитного стекла; все лампы модельного ряда STARLITE имеют поглощающее УФ-составляющую стекло; УФ-излучение ламп ниже предельных максимальных значений, установленных стандартом (Erythem/NIOSH); позолоченные или покрытые платиной контактные штырьки цоколя; аксиальная спираль; срок службы 4000 часов; цветовая температура около 3000 K.

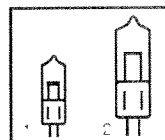
OSRAM HALOSTAR STARLITE 64432 IRC



Лампы OSRAM HALOSTAR IRC с увеличенной на 30% световой отдачей предназначены для промышленного и профессионального применения в открытых светильниках и соответствуют требованиям МЭК 60598.

OSRAM HALOSTAR STANDARD

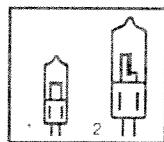
1 — 64415. 2 — 64432



OSRAM HALOSTAR STANDARD: эффективные по затратам галогенные лампы общего назначения.

OSRAM HALOSTAR UV-STOP 24V

1 — 64445U. 2 — 64435U



Лампы OSRAM HALOSTAR UV-STOP 24V применяются там, где требуется большой уровень освещенности. Светлый, уютный свет лампы OSRAM HALOSTAR UV-STOP 24V приглашает зайти в галерею. Характерные особенности: поглощающее УФ-составляющие кварцевое стекло; уменьшение эффекта выгорания согласно нормам МКО до 80% по сравнению с обычными лампами со штырьковыми цоколями; УФ-излучение ламп ниже предельных максимальных значений, установленных стандартом (Erythem/NIOSH); контактные штырьки цоколя из специальных антикоррозионных материалов; аксиальная спираль для оптимального распределения светового потока.



Внимание! Для ламп 64460U и 64465U — максимально допустимая температура достигает 370°C; для 24-вольтовых ламп HALOSTAR необходим слаботочный предохранитель, устанавливаемый на стороне вторичной обмотки трансформатора: для 64435U — 2 А инерционный, для 64445U — 4 А инерционный, для 64460U — 6,3 А инерционный, для 64465U — 10 А инерционный.

Применение. Области применения, где требуется большой уровень освещенности.

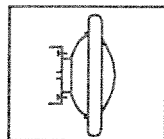
Низковольтные галогенные лампы направленного света

Галогенные лампы с отражателем значительно расширяют сферу применения галогенных источников света.

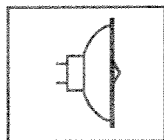
Благодаря тому, что поверхность интерференционного отражателя покрыта специальным слоем, пропускающим инфракрасное излучение, около 66% тепловой энергии отводится через отражатель назад. Чувствительные к теплу объекты, таким образом, не разрушаются и не портятся.

Более белый (цветовая температура света 3200K) искрящийся свет этих ламп позволяет наиболее удачно подчеркнуть блеск и цветовые нюансы товаров в витринах. Низковольтные галогенные лампы с алюминиевым отражателем, благодаря которому тепло отводится вперед, идеальны для врезных потолочных светильников.

OSRAM HALOSPOT 111



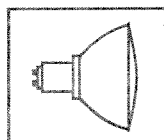
Все лампы HALOSPOT 111 являются лампами низкого давления и могут устанавливаться в светильники без защитного стекла, полностью соответствуя требованиям МЭК 60598. Характерные особенности: поглощающее УФ-составляющую стекло уменьшает эффект выгорания до 80%; возможность установки в открытые светильники также и в помещениях с высокими потолками; при использовании соединительных элементов требуется дополнительный держатель на краю отражателя.

OSRAM HALOSPOT 41900SP

OSRAM HALOSPOT — низковольтные галогенные лампы накаливания с алюминиевым отражателем. Даже при светлом световом окружении лампы *HALOSPOT* обеспечат высококачественную подсветку выставленным в витринах товарам. Характерные особенности: равномерное распределение света, благодаря фациетированному отражателю; колпачок в виде грибка для ограничения эффекта ослепления и упрощения обращения с лампой; устанавливаемая лампа со стеклом, поглощающим УФ-излучение; соответствие строжайшим нормам по защите от УФ-излучения (NIOSH); уменьшение эффекта выцветания до 80%; устанавливаемые лампы низкого давления для моделей до 12 В; значительно сниженное рабочее давление в соответствии с новыми инструкциями МЭК 598; возможность работы в открытых светильниках без защитных стекол.

**Внимание!**

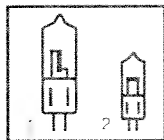
Для ламп 41930SP необходим слаботочный инерционный предохранитель 2 А на вторичной обмотке трансформатора.

OSRAM HALOSPOT 70 41970SP

OSRAM HALOSPOT — низковольтные галогенные лампы накаливания с алюминиевым отражателем. Даже при светлом световом окружении лампы *HALOSPOT* обеспечат высококачественную подсветку выставленным в витринах товарам. Характерные особенности: равномерное распределение света, благодаря фациетированному отражателю; колпачок в виде грибка для ограничения эффекта ослепления и упрощения обращения с лампой; устанавливаемая лампа со стеклом, поглощающим УФ-излучение; соответствие строжайшим нормам по защите от УФ-излучения (NIOSH); уменьшение эффекта выцветания до 80%; устанавливаемые лампы низкого давления для моделей до 50W; значительно сниженное рабочее давление в соответствии с новыми инструкциями МЭК 598; возможность работы в открытых светильниках без защитных стекол.

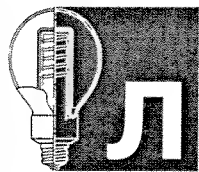
Специальные низковольтные галогенные лампы

Низковольтные галогенные лампы для специальных областей применения — *HALOSTAR UV-STOP 24V* со стеклом, поглощающим ультрафиолетовое излучение. 24-вольтовой серии, для помещений, в которых требуется высокий уровень освещенности, и *HALOSTAR* для освещения духовых шкафов.

OSRAM HALOSPOT UV-STOP 24V

1 — 64445U, 2 — 64435U

Лампы *OSRAM HALOSTAR UV-STOP 24V* применяются там, где требуется большой уровень освещенности. Светлый, уютный свет лампы *OSRAM HALOSTAR UV-STOP 24V* приглашает зайти в галерею. **Применение.** Специальные области применения, где требуется большой уровень освещенности.



Люминесцентные лампы

Знакомство с люминесцентным освещением

Основные физические понятия

Люминесценция — излучение, которое не требует нагрева тел и может возникать в газообразных, жидких и твердых телах под действием, например, ударов электронов, движущихся со скоростями, достаточными для возбуждения.

Люминофоры — твердые или жидкие вещества, способные излучать свет под действием различного рода возбудителей.

В люминесцентных и ряде других типов газоразрядных ламп используют **фотолюминесценцию** — оптическое излучение, возникающее в результате поглощения телами оптического излучения, но с другой длиной волны.

Электрические лампы, в которых электроэнергия превращается в световую непосредственно, независимо от теплового состояния вещества, за счет люминесценции, называются **люминесцентными**.

В зависимости от давления газа в лампе бывают люминесцентные лампы низкого давления (ЛНД) и высокого давления.

Определение

Люминесцентные лампы — это газоразрядные лампы низкого давления, в которых возникающее в результате газового разряда невидимое для человеческого глаза ультрафиолетовое излучение преобразуется люминофорным покрытием в видимый свет (принцип работы люминесцентной лампы).

Устройство реальной люминесцентной лампы

Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную герметически закрытую трубку, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем

люминофора (рис. 14.1). Из трубки удален воздух и в нее введены небольшое количество газа (аргона) и дозированная капля ртути. Внутри трубки на ее концах, в стеклянных ножках, укреплены биспиральные электроды из вольфрама, соединенные с двухштырьковыми цоколями, служащими для присоединения лампы к электрической сети посредством специальных патронов. При подаче напряжения к лампе между электродами возникает электрический разряд в парах ртути, в результате электролюминесценции паров лампа излучает свет.

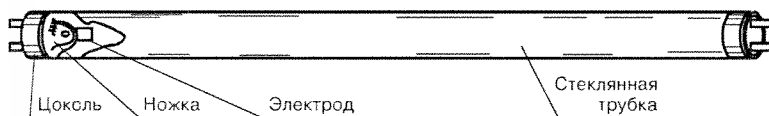


Рис. 14.1. Устройство люминесцентной лампы

Достоинства люминесцентных ламп

Основным преимуществом люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания являются:

- более **высокий коэффициент полезного действия** (15...20%), **высокая световая отдача** и в несколько раз больший срок службы. Таким образом, при затрате той же мощности достигается значительно большая освещенность по сравнению с лампами накаливания;
- правильный выбор ламп по цветности может создать **освещение, близкое к естественному**;
- **благоприятные спектры излучения**, обеспечивающие высокое качество цветопередачи;
- люминесцентные лампы **значительно менее чувствительны к повышению напряжения**, поэтому их экономично применять на лестничных клетках и в помещениях, освещаемых ночью, когда в сети напряжение повышено. Лампы накаливания (очень чувствительные к повышению напряжения) быстро перегорают;
- **малая себестоимость**;
- **низкая яркость поверхности** и ее **низкая температура** (не выше 50°C).

Недостатки люминесцентных ламп

Основным недостатками люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания являются:

- сложность схемы включения;
- ограниченная единичная мощность (до 150 Вт);

- зависимость от температуры окружающей среды (при снижении температуры лампы могут гаснуть или не зажигаться);
- значительное снижение светового потока к концу срока службы;
- вредные для зрения пульсации светового потока;
- акустические помехи и повышенная шумность работы;
- при снижении напряжения сети более чем на 10% от номинального значения лампа не зажигается;
- дополнительные потери энергии в пускорегулирующей аппаратуре, достигающие 25...35% мощности лампы;
- наличие радиопомех;
- лампы содержат вредные для здоровья вещества, поэтому вышедшие из строя газоразрядные лампы требуют тщательной утилизации.

Принцип действия

Принцип действия люминесцентной лампы низкого давления основан на **дуговом разряде** в парах ртути низкого давления. Получающееся при этом **ультрафиолетовое излучение** преобразуется в видимое в слое **люминофора**, покрывающего внутренние стенки лампы. Лампы представляют собой длинные стеклянные трубки, в торцы которых впаяны ножки, несущие по два электрода, между которыми находится катод в виде спирали.

В трубку лампы введены **пары ртути** и **инертный газ**, главным образом аргон. **Назначением инертных газов** является обеспечение надежного зажигания лампы и уменьшение распыления катодов. На внутреннюю поверхность трубки нанесен слой люминофора.

Если к электродам, вставленным в концы стеклянной трубки, которая заполнена разряженным инертным газом или парами металла, приложить **напряжение** из расчета не менее 500...2000 В на 1 м длины трубки, то свободные электроны в полости трубки начинают лететь в сторону электрода с положительным зарядом. Когда к электродам приложено переменное напряжение, направление движения электронов изменяется с частотой приложенного напряжения.

В своем движении электроны встречаются с нейтральными атомами газа — заполнителя полости трубки — и **ионизируют** их, выбивая электроны с верхней орбиты в пространство. Возбужденные таким образом атомы, вновь сталкиваясь с электронами, снова превращаются в нейтральные атомы. Это обратное превращение сопровождается излучением кванта световой энергии. Каждому инертному газу и парам металла соответствует свой **спектральный состав** излучаемого света:

- трубки с гелием светятся светло-желтым или бледно-розовым светом;
- трубки с неоном — красным светом;
- трубки с аргоном — голубым светом.

Смешивая инертные газы или нанося люминофоры на поверхность разрядной трубки, получают различные **оттенки свечения**.

Люминесцентные лампы дневного и белого света выполняют в виде прямой или дугообразной трубки из обычного стекла, не пропускающего короткие ультрафиолетовые лучи. Электроды изготавливают из вольфрамовой проволоки. Трубку заполняют смесью аргона и паров ртути. Внутри поверхность трубки покрыта люминофором — специальным составом, который светится под воздействием ультрафиолетовых лучей, возникающих при электрическом разряде в парах ртути. Аргон способствует надежному горению разряда в трубке.

Зависимость параметров ламп от напряжения сети

При изменении напряжений сети в пределах $\pm 10\%$ изменение параметров лампы можно определить из соотношения $dX = N_X \times dU_c/U_c$, где X — соответствующий параметр лампы; dX — его изменение; N_X — коэффициент для соответствующего параметра. Для схемы с дросселем коэффициенты имеют следующие значения: для силы света $N_i = 2.2$; для мощности $N_p = 2.0$; для светового потока $N_{\Phi} = 1.5$. В схеме с емкостно-индуктивным балластом величины N_X несколько меньше. При падении напряжения сети ниже допустимого ухудшаются условия перезажигания. Повышение напряжения выше допустимого вызывает перекал катодов и перегрев пускорегулирующих устройств. И в том, и в другом случае происходит значительное сокращение срока службы ламп.

Зависимость параметров ЛЛ от окружающей температуры

Изменение температуры трубки по сравнению с оптимальной как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, вызывает снижение светового потока, ухудшение условий зажигания и сокращение срока службы. Надежность зажигания стандартных ламп при работе со стартерами начинает особенно заметно падать при температурах ниже -5°C и при понижении напряжения сети. Например, при -10°C и напряжении сети 180 В вместо 220 В число незажигающихся ламп может доходить до 60...80%. Такая сильная зависимость делает применение ЛЛ в помещениях с низкими температурами неэффективным. Повышение температуры относительно оптимальной может происходить при повышении температуры окружающей среды и при работе ламп в закрытой арматуре. Перегрев ЛЛ, кроме уменьшения светового потока, сопровождается некоторым изменением их цвета. На рис. 14.2 показана зависимость параметров ЛЛ от температуры окружающей среды [97].

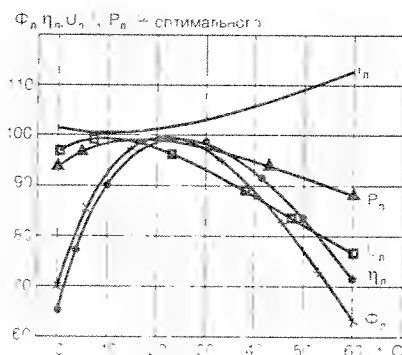


Рис. 14.2. Зависимость параметров ЛЛ от температуры окружающей среды

Изменение характеристик ЛЛ в процессе свечения

В первые часы свечения происходит некоторое изменение электрических характеристик ламп, связанное с доактивировкой катодов, выделением и поглощением различных примесей. Эти процессы обычно заканчиваются на первой сотне часов. В течение остального срока службы электрические характеристики изменяются очень незначительно. Происходит постепенное уменьшение яркости свечения люминофора и светового потока лампы (рис. 14.3: кривая 1 — для ЛЛ 40 Вт, кривая 2 — для ЛЛ 15 и 30 Вт). В некоторых лампах, уже спустя несколько сотен часов горения, начинают появляться темные налеты и пятна у концов трубки, связанные с распылением катодов. Они свидетельствуют о плохом качестве ламп.

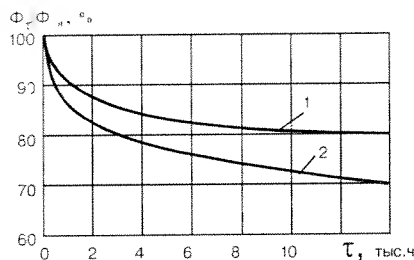


Рис. 14.3. Изменение яркости свечения люминофора

Температурные характеристики люминесцентных ламп

Физические характеристики люминесцентных ламп зависят от температуры окружающей среды. Это обусловлено характерным температурным режимом давления паров ртути в лампе. При низких температурах давление низкое, из-за этого существуют слишком малое количество атомов, которые могут участвовать в процессе излучения. При слишком высокой температуре высокое давление паров ведет к всевозрастающему самопоглощению произведенного ультрафиолетового излучения. При температуре стенки колбы около 40°C лампы достигают максимального напряжения индуктивной составляющей искрового разряда и таким образом самой высокой световой отдачи.

У ламп Т5 с диаметром трубки 16 мм (FН, FQ), как и у всех люминесцентных ламп, номинальный световой поток устанавливается при температуре 25°C, а максимальный световой поток при температуре от 33 до 37°C. Это значит, что КПД светильника для ламп Т5 должен быть выше [97].

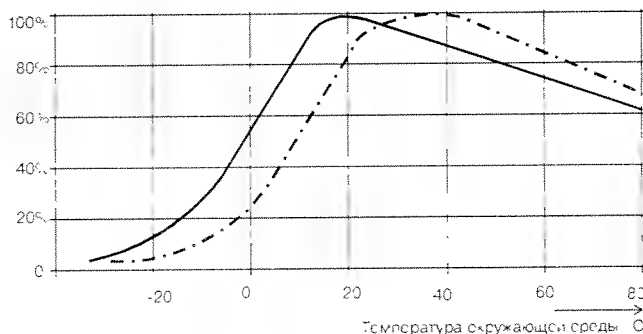


Рис. 14.4. Температурная зависимость — сравнение ламп Т8 и Т5

Особенности конструкции

По форме различаются линейные, кольцевые, U-образные, а также компактные люминесцентные лампы. Диаметр трубки часто указывается в восьмых частях дюйма (например, $T5 = 5/8" = 15,87$ мм). В каталогах ламп диаметр в основном указывается в миллиметрах, например, 16 мм для ламп T5. Большинство ламп имеет международный стандарт.

Люминесцентные лампы, как и все газоразрядные лампы, из-за их отрицательного внутреннего сопротивления не могут работать непосредственно с сетевым напряжением и нуждаются в соответствующих пускорегулирующих аппаратах, которые, с одной стороны, ограничивают и регулируют электрический ток лампы, с другой стороны, обеспечивают надежное зажигание.

Способы нагрева электродов

По способу нагрева электродов до необходимой для работы ламп температуры различаются три режима работы:

- **Предварительный подогрев, управляемый током**, при работе с дросселем и стартером, преимущественно в странах с высоким сетевым напряжением (более 200 В). Он все больше применяется почти во всех ЭПРА.
- **Предварительный подогрев, управляемый напряжением** через дополнительную обмотку трансформатора при так называемом быстром запуске.
- **Без предварительного подогрева**. Режим называется **холодный пуск**, например, у slimline-ламп плоской формы. Этот режим зажигания приводит к сильному сокращению срока службы и поэтому не рекомендуется для систем с большим количеством повторных включений/выключений.

Разновидности и характеристики

Классификация люминесцентных ламп

Люминесцентные лампы (ЛЛ) делятся на осветительные общего назначения и специальные. К ЛЛ общего назначения относят лампы мощностью от 15 до 80 Вт с цветовыми и спектральными характеристиками, имитирующими естественный свет различных оттенков. Для классификации ЛЛ специального назначения используют различные параметры. **По мощности** их разделяют на маломощные (до 15 Вт) и мощные (свыше 80 Вт); **по типу разряда** — на дуговые, тлеющего разряда и тлеющего свечения; **по излучению** — на лампы естественного света, цветные лампы, лампы со специальными спектрами излучения, лампы ультрафиолетового излучения; **по форме колбы** — на трубчатые и фигурные; **по светораспределению** — с ненаправленным световым излучением и с направленным, например, рефлекторные, шелевые, панельные и др.

Маркировка отечественных люминесцентных ламп

Л	люминесцентная.
Д	дневной.
ХБ	холодно-белый
Б	белый.
ТБ	тепло-белый.
Е	естественно-белый
К	красный.
Ж	желтый.
З	зеленый
Г	голубой.
С	синий.
УФ	ультрафиолетовый.
Р	рефлекторная.
У	U-образная.
К	кольцевая.
А	амальгамная.
Б	быстрого пуска.

Лампа	Маркировка	Качество цветопередачи	Конструктивная особенность	Мощность, Вт
	Л	Д	Ц	К - 80

У ламп с улучшенным качеством цветопередачи после букв, обозначающих цвет, стоит буква Ц, а при цветопередаче особо высокого качества — буквы ЦЦ. Маркировка ламп тлеющего разряда начинается с букв ТЛ.

Разновидности спектрального состава люминесцентных ламп

Спектральный состав видимого излучения зависит от состава люминофора, в соответствии с чем лампы обозначают буквами. Различную цветность можно получить с помощью люминофора — галофосфата кальция в зависимости от цветовой температуры лампы.

Цветовой температурой называется температура абсолютно черного тела, при которой цвет его излучения совпадает с цветом самого тела (K — Кельвин, $T = t + 273$, где T — температура в K , t — температура в $^{\circ}C$).

По спектру излучаемого света лампы подразделяются:

ЛБ — лампы белого света с цветовой температурой 4200 K , соответствующей цветовой температуре яркого солнечного дня;

ЛХБ — лампы холодно-белого света с цветовой температурой 4800 K ;

ЛТБ — лампы тепло-белого света с цветовой температурой 2800 K , соответствующей цветности излучения ламп накаливания;

ЛД — лампы дневного света, имеющие цветовую температуру 6500 K , соответствующую цветовой температуре голубого неба без солнца.

Для осветительных установок, в которых требуется правильная цветопередача, выпускаются лампы:

ЛЕЦ — лампы естественного (Е) цвета;

ЛТБЦ — лампы тепло-белого (ТБ) цвета;

ЛДЦ — лампы дневного (Д) цвета.

Стоящие после обозначения цифры указывают мощность лампы в ваттах. Люминесцентные лампы выпускаются мощностью 8...150 Вт.



Пример 1. ЛТБ 30 означает: люминесцентная, тепло-белого цвета, мощность 30 Вт.

Пример 2. ЛБ 20 обозначает: люминесцентная лампа белого цвета мощностью 20 Вт.

Световой поток после 70% средней продолжительности горения снижается до 70% среднего номинального потока. Наиболее долго лампы служат при комнатной температуре и номинальном напряжении. Повышение и понижение напряжения снижают срок службы, но к повышениям напряжения люминесцентные лампы значительно менее чувствительны, чем лампы накаливания. Люминесцентные лампы показаны на рис. 14.5.

Раньше их называли:

- прямыми (рис. 14.5.а);
- кольцевыми (рис. 14.5.б);
- U-образными (рис. 14.5.в).

Эти названия нашли отражение в старых обозначениях светильников для люминесцентных ламп. В настоящее время все лампы, кроме прямых, называют фигурными (рис. 14.5.б, в).

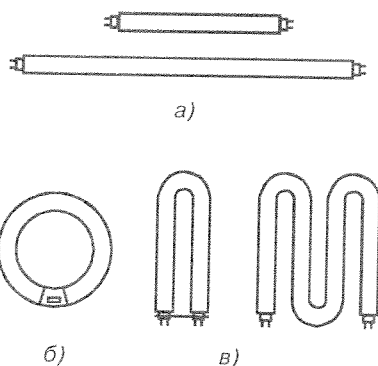


Рис. 14.5. Люминесцентные лампы

Технические характеристики наиболее распространенных ламп

Таблица 14.1

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Продолжительность горения, ч	Тип цоколя
Лампы люминесцентные ртутные низкого давления				
ЛБ-20	20	1200	7500	С2Ш-13 35
ЛБ-40	40	3000		
ЛБ-80	80	5220		
ЛД-40	40	2340		
ЛД-80	80	4070		
ЛДЦ-40	40	2100		
ЛДЦ-80	80	3610		
ЛТБ-40	40	2780		
ЛТБ-80	80	4720		
ЛХБ-40	40	2780		
ЛХБ-80	80	4600		

Характеристики обычных люминесцентных ламп

В табл. 14.2. приведены характеристики наиболее распространенных ЛЛ дневного света, а на рис. 14.6 — их внешний вид.

Обозначения:

P — мощность; U — напряжение на лампе; I — ток лампы; R — световой поток; S — световая отдача.

Таблица 14.2

Тип	P , Вт	U , В	I , А	R , лм	S , лм/Вт	Размеры, мм		
						L_1	L_2	D
ЛДЦ	15	58	0,3	450	30	437,4	452,4	25
ЛД	15	58	0,3	525	35	437,4	452,4	25
ЛХБ	15	58	0,3	600	40	437,4	452,4	25
ЛБ	15	58	0,3	630	42	437,4	452,4	25
ЛТБ	15	58	0,3	600	40	437,4	452,4	25
ЛДЦ	20	60	0,35	620	31	589,8	604,8	38
ЛД	20	60	0,35	760	39	589,8	604,8	38
ЛХБ	20	60	0,35	900	45	589,8	604,8	38
ЛБ	20	60	0,35	980	49	589,8	604,8	38
ЛТБ	20	60	0,35	900	45	589,8	604,8	38
ЛДЦ	30	108	0,34	1110	37	894,6	909,6	25
ЛД	30	108	0,34	1380	46	894,6	909,6	25
ЛХБ	30	108	0,34	1500	50	894,6	909,6	25
ЛБ	30	108	0,34	1740	58	894,6	909,6	25
ЛТБ	30	108	0,34	1500	50	894,6	909,6	25
ЛДЦ	40	108	0,41	1520	38	1199,4	1214,4	38
ЛД	40	108	0,41	1960	49	1199,4	1214,4	38
ЛХБ	40	108	0,41	2200	55	1199,4	1214,4	38
ЛБ	40	108	0,41	2480	62	1199,4	1214,4	38
ЛТБ	40	108	0,41	2200	55	1199,4	1214,4	38
ЛДЦ	80	108	0,82	2720	34	1500	1515	38
ЛД	80	108	0,82	3440	43	1500	1515	38
ЛХБ	80	108	0,82	3840	48	1500	1515	38
ЛБ	80	108	0,82	4320	54	1500	1515	38
ЛТБ	80	108	0,82	3840	48	1500	1515	38

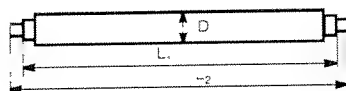


Рис. 14.6. Наиболее распространенные ЛЛ дневного света

Энергоэкономичные люминесцентные лампы (ЭЛЛ)

ЭЛЛ предназначены для общего освещения и полностью взаимозаменяемы со стандартными ЛЛ мощностью 20, 40 и 65 Вт в существующих осветительных установках без замены светильников и пускорегулирующей аппаратуры.

Они имеют стандартную длину, стандартные значения рабочих токов и напряжений на лампах и те же или близкие значения световых потоков, что и у стандартных ламп соответствующей цветности при пониженной на 10% мощности (18, 36 и 58 Вт). Внешне ЭЛЛ отличаются от стандартных ламп только меньшим диаметром (26 мм вместо 38 мм). За счет уменьшения диаметра снижается расход основных материалов (стекло, люминофор, газы, ртуть и др.).

Для обеспечения того же падения напряжения на лампах при уменьшении их диаметра пришлось применить для наполнения смесь аргона с криптоном и снизить давление до 200...330 Па (вместо обычных 400 Па в стандартных лампах). В ЭЛЛ возрастает температура трубки до 50°C, но создавать специальные условия для охлаждения не требуется. Люминофорный слой в ЭЛЛ находится в более тяжелых рабочих условиях, поэтому наиболее подходящими для этих ламп являются редкоземельные люминофоры. Однако такие люминофоры примерно в 40 раз дороже стандартного галофосфата кальция (ГФК), поэтому и лампы с такими люминофорами в несколько раз дороже обычных. Для снижения стоимости ламп применяют двухслойное покрытие. Сначала на стекло наносят ГФК, а поверх него редкоземельный люминофор небольшой толщины.

Промышленность выпускает ЭЛЛ мощностью 18, 36 и 58 Вт цветностей ЛБ, ЛДЦ и ЛЕЦ со световыми параметрами, совпадающими с параметрами обычных ЛЛ тех же цветностей мощностью 20, 40 и 65 Вт. Под маркой ЛБЦТ выпускаются ЭЛЛ с трехкомпонентной смесью редкоземельных люминофоров со сроком службы 15000 ч.

Зарубежные фирмы выпускают ЭЛЛ трех-, четырех стандартизованных цветовых тонов и с двух-, трехкомпонентной смесью редкоземельных люминофоров. В табл. 14.3 приведены параметры некоторых типов ЭЛЛ в колбах диаметром 26 мм фирмы OSRAM (Германия).

Таблица 14.3

Марка лампы	Тип лампы Люмилюкс	Световой поток, лм, для лампы мощностью, Вт		
		18	36	58
L...W/11	Дневного цвета	1300	3250	5200
L...W/21	Белого цвета	1450	3450	5400
L...W/31	Тепло-белого цвета	1450	3450	5400
L...W/41	«Интерна» Люмилюкс делюкс	1300	5200	3250
L...W/22	Белого цвета	1000	2350	3750
L...W/32	Тепло-белого цвета Стандартные	1000	2350	3750
L...W/25	Универсально белый	1050	2500	4000
L...W/20	Ярко-белого цвета	1150	3000	4800
L...W/30	Тепло-белого цвета	1150	3000	4800

Компактные люминесцентные лампы

В начале 80-х годов стали появляться многочисленные типы **компактных люминесцентных ламп (КЛЛ)** мощностью от 5 до 25 Вт со световыми отдачами от 30 до 60 лм/Вт и сроками службы от 5000 до 10000 ч. Часть типов КЛЛ предназначена для непосредственной замены ламп накаливания. Они имеют встроенную пускорегулирующую аппаратуру и снабжены стандартным резьбовым цоколем E27.

Разработка КЛЛ стала возможной только в результате создания **высоко-стабильных узкополосных люминофоров**, активированных редкоземельными элементами, которые могут работать при более высоких поверхностных плотностях облучения, чем в стандартных ЛЛ. За счет этого удалось значительно уменьшить диаметр разрядной трубки. Что касается сокращения габаритов лампы в длину, то эта задача была решена путем **разделения трубок на несколько** более коротких участков, расположенных параллельно и соединенных между собой либо изогнутыми участками трубки, либо вваренными стеклянными патрубками.

Основные **экономические преимущества КЛЛ** — значительная экономия электроэнергии и уменьшение необходимого количества ламп для выработки одинакового количества люмен-часов по сравнению с лампами накаливания.

Современные КЛЛ сложны в производстве. Поэтому ведутся теоретические и экспериментальные исследования, направленные на усовершенствование таких ламп.

Конструктивные группы КЛЛ

Все многообразие выпускаемых в настоящее время КЛЛ можно разделить на четыре основные группы.

Первая группа — лампы без внешней оболочки, с разрядной трубкой Н-или П-образной формы, специальным цоколем, выносной пускорегулирующей аппаратурой (ПРА) и встроенным стартером (рис. 14.7).

В первую группу входят КЛЛ, получившие наибольшее распространение. Лампы имеют разрядную трубку с диаметром 12,5 мм и снабжены специальным двухштыревым цоколем G23. Они выпускаются отечественной промышленностью (под маркой КЛ/ТБЦ) и рядом зарубежных фирм. Лампы наполнены аргоном при давлении 400 Па, что обеспечивает нормальную работу катодов и условия разряда. Лампы легко зажигаются даже при температурах до -20°C , время зажигания не превышает 10 с. Основные параметры таких ламп приведены в табл. 14.4.

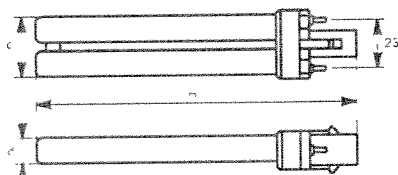


Рис. 14.7. КЛЛ без внешней оболочки, с разрядной трубкой

Таблица 14.4

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Ток, А	Световой поток, лм	Габариты, мм	Цоколь
Первая группа						
КЛ7/ТБЦ	11,2	45±5	0,18	400	27×13×135	Специальный
КЛ9/ТБЦ	12,8	60±6	0,17	600	27×13×167	G23
КЛ11/ТБЦ	14,8	90±9	0,155	900	27×13×235	
Вторая группа						
КЛС9/ТБЦ	9	220	0,093	425	Ø85×150	
КЛС13/ТБЦ	13	220	0,125	600	Ø85×160	Резьбовой
КЛС18/ТБЦ	18	220	0,18	900	Ø85×170	E27
КЛС25/ТБЦ	25	220	0,27	1200	Ø85×180	
Третья группа						
CIRCOLUX	12	220	—	700	2165×100	Резьбовой
CIRCOLUX	18	220	—	1000	2165×100	E27
CIRCOLUX	24	220	—	1450	2216×100	

Серия КЛЛ повышенной мощности состоит из трех ламп мощностью 18, 24 и 35 Вт длиной 251, 362 и 443 мм, с номинальным световым потоком, соответственно, 1250, 2000 и 2500 лм и сроком службы 5000 ч. Лампы изготавливают в трубках увеличенного до 15 мм диаметра и монтируют на специальном четырехштыревом цоколе.

Вторая группа — лампы с призматической или опаловой внешней оболочкой, сложной изогнутой разрядной трубкой, стандартным резьбовым (или штифтовым) цоколем и встроенным стартером и ПРА (рис. 14.8).

Во вторую группу входят довольно распространенные за рубежом КЛЛ со стеклянной или пластмассовой внешней оболочкой и стандартным резьбовым цоколем E27. Внутри оболочки смонтированы ПРА, стартер и дважды U-образно изогнутая разрядная трубка. Основные параметры КЛЛ этого типа (отечественные КЛС.../ТБЦ и выпускаемые за рубежом) приведены в табл. 14.4 (вторая группа).

Ввиду того, что разрядные трубки в этом виде ламп работают в закрытой внешней оболочке при температурах, заметно превышающих оптимальную, и нет возможности искусственно создать холодную зону, разрядные трубки наполняют амальгамой ртути.

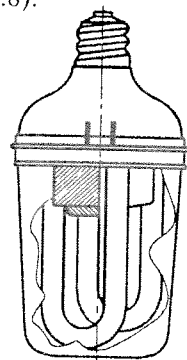


Рис. 14.8. КЛЛ с призматической или опаловой внешней оболочкой

Лампы предназначены для непосредственной замены ламп накаливания и дают большую экономию электроэнергии. К их недостаткам относят сравнительно большие габариты и особенно массу по сравнению с лампами накаливания, неразборность конструкции, в силу чего после выхода из строя разрядной трубки приходится заменять целиком всю лампу, включая дроссель. В связи с этим некоторые зарубежные фирмы выпускают такие лампы в разборном исполнении.

Третья группа — кольцевые лампы, без внешней оболочки со стандартным резьбовым (или штифтовым) цоколем и встроенным стартером и ПРА (рис. 14.9). В третью группу входит семейство кольцевых КЛЛ с резьбовым цоколем и встроенным ПРА, смонтированным в пластмассовом корпусе, расположенном по диаметру кольцеобразной разрядной трубки. Световая отдача кольцевых КЛЛ даже с полупроводниковыми ПРА уступает световой отдаче Н-образных КЛЛ соответствующих мощностей. Удобство кольцевых КЛЛ состоит в том, что ими можно непосредственно заменять лампы накаливания в осветительном приборе.

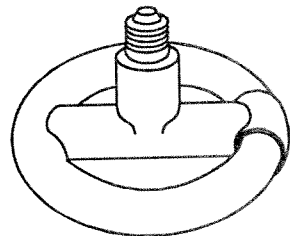


Рис. 14.9. Кольцевые КЛЛ без внешней оболочки

Четвертая группа — лампы со стеклянной внешней оболочкой, сложно изогнутой разрядной трубкой, специальным цоколем, выносным стартером и ПРА.

В четвертую группу входят лампы, имеющие цилиндрическую или грушевидную внешнюю оболочку, специальный 4-штиревой цоколь, выносные ПРА и стартер. Эти лампы имеют более низкие световые отдачи по сравнению с Н- и П-образными КЛЛ. Поэтому данные об этих лампах не приводятся.

Безэлектродные компактные люминесцентные лампы

В этих лампах для возбуждения свечения люминофоров используется разряд в парах ртути низкого давления в смеси с инертными газами (аргоном, криптоном). Поддержание заряда осуществляется за счет энергии электромагнитного поля, которое создается в непосредственной близости от разрядного объема. Создание безэлектродных КЛЛ стало возможным благодаря современной микроэлектронике, которая позволила создать малогабаритные и сравнительно дешевые источники высокочастотной энергии с высоким КПД.

Все возможные типы безэлектродных ламп состоят из **трех основных узлов**

- **малогабаритного источника ВЧ-энергии;**
- **устройства для эффективной передачи ВЧ-энергии в разряд, называемого индуктором;**
- **разрядного объема.**

Различия в устройстве и конструкции узлов определяются выбранной для возбуждения разряда высокой частотой. В настоящее время известны три основных типа безэлектродных КЛЛ с примерно одинаковыми энергетическими параметрами: с **тороидальным индуктором** на ферромагнитном сердечнике (частоты от 25 до 1000 кГц); с **соленоидальным индуктором** (частоты от 3 до 300 МГц); **сверхвысокочастотные** (с частотой свыше 100 МГц).

Анализ показал, что в настоящее время наиболее целесообразно использовать конструкцию с соленоидальным индуктором и внешним по отношению к нему расположением разрядного объема. Конструкция подобной лампы показана на рис. 14.10.

Экспериментальные образцы безэлектродных КЛЛ с соленоидальным индуктором (на частоте 18 МГц) мощностью 30 Вт на сетевое напряжение 220 В 50 Гц с диаметром внешней колбы 75...85 мм имеют световую отдачу 30...40 лм/Вт. При этом ферритовый сердечник разогревается до 300°C.

В настоящее время ни в одной стране нет промышленного выпуска безэлектродных КЛЛ и выпускают только экспериментальные образцы.

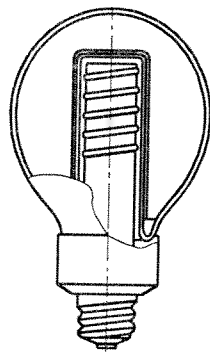


Рис. 14.10.
Безэлектродные КЛЛ

Побочные явления в ЛЛ и борьба с ними

Стробоскопический эффект в люминесцентных лампах

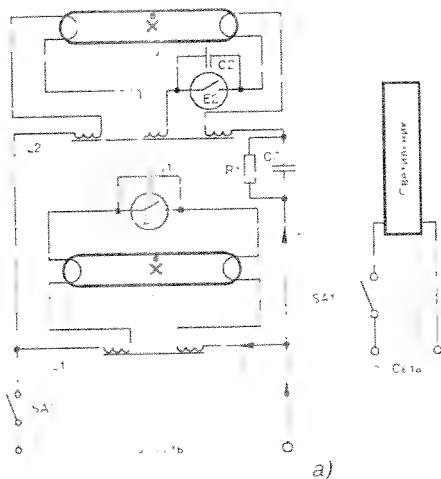
Люминесцентная лампа в сети переменного тока 100 раз в секунду зажигается и гаснет, так как при частоте 50 Гц ток 100 раз в секунду меняет направление, проходя через нуль. Погасания лампы не видны, однако они вредно влияют на зрение и, кроме того, могут исказить действительную картину движения освещаемых предметов. Это явление называется **стробоскопическим** эффектом.

Устранить периодические погасания люминесцентной лампы принципиально невозможно: это ее природа. Но с помощью простых мер освобождают люминесцентное освещение от неблагоприятных последствий: утомляемости зрения, стробоскопического эффекта, акустических помех радиоприему, а также повышают коэффициент мощности. Если эти меры приняты, то люминесцентное освещение безопасно.

Чтобы не портить зрение и исключить стробоскопический эффект, помещения, где производится работа, освещают не одной, а несколькими лампами, а лампы включают со сдвигом фаз между токами, проходящими через них.

Благодаря этому, когда одна лампа притухает, другая горит наиболее ярко и освещенность выравнивается. Сдвиг фаз достигается одним из двух способов.

Первый способ. Если в помещении есть сеть трехфазного тока, то лампы, расположенные рядом, присоединяют к разным фазам, чтобы использовать неодновременность достижения максимальных и нулевых значений токов разных фаз. Число ламп в помещении должно быть кратно трем. Лучшее всего, если три лампы расположены в одном светильнике.



Второй способ. Если нет трехфазной сети, то сдвиг фаз приходится создавать искусственно. Для освещения применяют пары ламп. Одну лампу пары включают последовательно с дросселем $L1$ в цепь другой. Кроме дросселя $L2$, вводят так называемый балластный конденсатор $C3$ (рис. 14.11.а). Ток I_1 в лампе H_1 (индуктивная ветвь) отстает по фазе от напряжения сети U_2 на угол φ_1 . Ток I_2 в лампе $H2$ (емкостная ветвь) опережает U_2 примерно на такой же угол φ_2 , что отчетливо видно на рис. 14.11.б. Иными словами, токи в лампах достигают максимальных и нулевых значений не одновременно, а со сдвигом на угол φ , т.е. лампы гаснут не одновременно, что и требуется.

Рис. 14.11. Схема включения ЛЛ

Помехи, создаваемые люминесцентными светильниками

Акустические помехи. Наличие цепи дросселей создает еще одно осложнение при люминесцентном освещении, так называемые акустические помехи, попросту говоря — жужжание. Причинами акустических помех являются вибрации пластин магнитопровода дросселя с частотой 100 Гц, а также магнитоstriction (изменение размеров тел, выполненных из некоторых материалов, под действием магнитного поля). Вибрация устраняется тщательным креплением магнитопровода и пропиткой ПРА. Вибрация может усиливаться или ослабляться осветительной арматурой, так как ПРА устанавливаются в самих светильниках.

Помехи радиоприему и их подавление. Люминесцентные лампы создают эфирные и сетевые помехи радиоприему. Эфирные помехи проявляются и:

небольшом расстоянии; они хорошо снижаются конденсатором, расположенным внутри стартера. Сетевые помехи распространяются по проводам сети и для подавления приходится ставить фильтр (который не пропускает помехи в сеть), либо применять дроссель с симметрированными обмотками и т.п. Именно такие дроссели показаны на рис. 14.11.а. Одна половина дросселя L1 (L2) включена в один, а другая — в другой сетевой провод. Дроссель подавляет (не пропускает в сеть) помехи, так как он представляет большое сопротивление для токов помех, имеющих повышенную частоту. Кроме того, у такого дросселя увеличена взаимная емкость обмоток, что способствует закорачиванию токов помех.

Пускорегулирующая аппаратура

Назначение ПРА

Лампа без дополнительных приспособлений не может быть зажжена. Для зажигания лампы необходимо повышенное напряжение, превышающее примерно вдвое рабочее напряжение между электродами лампы. После зажигания лампы, в момент, когда процесс ионизации в ней резко возрастает, в цепь лампы должно включиться (автоматически) токоограничивающее сопротивление (дроссель).

Преимущества современных ПРА

Электронные ПРА преобразовывают сетевое напряжение в ВЧ колебания с частотой 35...50 кГц. Вследствие этого 100-герцевое мерцание, возникающее как стробоскопический эффект, например, при вращающихся деталях машин, будет практически невидимым.

Еще одним преимуществом работы с ЭПРА является дополнительная экономия энергии (около 25%) при равных световых потоках, складывающаяся из увеличенной на 10% световой отдачи лампы при работе с высокой частотой и сокращения потерь более чем в 2 раза, при использовании ЭПРА по сравнению с использованием электромагнитных ПРА.

Определение и принцип действия классического ПРА

Пускорегулирующий аппарат (ПРА) — это светотехническое изделие, с помощью которого осуществляется питание люминесцентной (и всякой другой) газоразрядной лампы от электрической сети. Обеспечиваются необходимые режимы зажигания, разгорания и работы газоразрядной лампы, конструктивно оформленное в виде единого аппарата, либо в нескольких отдельных блоках.

В цепях люминесцентных ламп используют аппараты для **зажигания импульсом напряжения**. Схема такого включения люминесцентной лампы со стартером тлеющего разряда показана на рис. 14.12.а, а сам стартер — на рис. 14.12.в.

При подаче напряжения сети в инертном газе, наполняющем баллон стартера, зажигается разряд, в результате нагреваются биметаллические контакты стартера и они замыкают цепь. Этим обеспечивается подогрев электродов люминесцентной лампы током. Тлеющий разряд при этом прекращается. После остывания контакты стартера размыкаются.

За счет энергии, запасенной в магнитном поле дросселя, возникает импульс напряжения, обеспечивающий пробой межэлектродного промежутка лампы и ее зажигание. Конденсатор в стартере увеличивает длительность импульса напряжения и содействует более надежному зажиганию лампы. Он также подавляет радиопомехи.

Одна из применяемых на практике схем включения люминесцентной лампы показана на рис. 14.12.б.

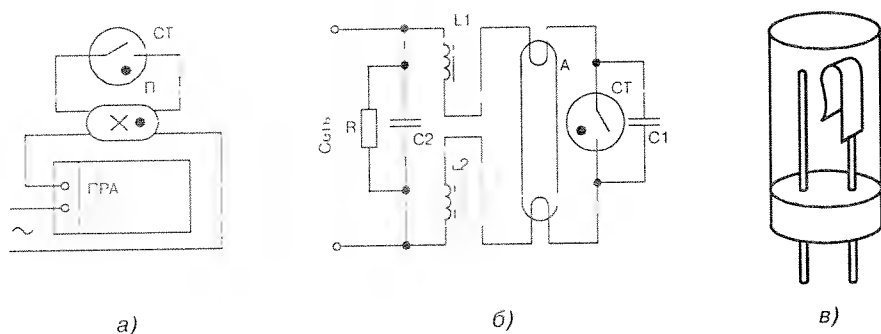


Рис. 14.12. Схема включения люминесцентной лампы

Но есть и исключения. Например, лампы с горелкой и нитью накала в колбе не требуют специальных устройств для включения и могут включаться прямо в сеть. Такие лампы называются **ртутно-вольфрамовыми**.

Пускорегулирующие аппараты со стартерным зажиганием для ламп ЛЛНД

Рассмотрим более подробно пускорегулирующие аппараты. Люминесцентные лампы включаются в сеть совместно с пускорегулирующими аппаратами. Стартерный пускорегулирующий аппарат (ПРА) состоит из дросселя и стартера, иногда могут применяться конденсаторы. Дроссель служит для стабилизации режима работы лампы. Срок службы дросселей и конденсаторов в ПРА примерно 10 лет. Наиболее ненадежная часть установки — стартер. Потери мощности в ПРА значительны — они достигают 30% мощности лампы.

При зажигании лампы стартер не размыкает свои контакты в течение времени, необходимого для разогрева электродов лампы до температуры термоэлектронной эмиссии, быстро размыкает контакты после разогрева электродов, поддерживает контакты разомкнутыми во время горения лампы.

На рис. 14.13 представлена схема устройства стартера тлеющего разряда. Он представляет собой баллон из стекла, наполненный инертным газом, в котором находятся металлический и биметаллический электроды, выводы которых соединены с выступами в цоколе для контакта со схемой лампы.

При включении лампы согласно схеме (рис. 14.13.а) на электроды лампы и стартера подается напряжение сети U_c , которого достаточно для образования тлеющего разряда между электродами стартера. Поэтому в цепи протекает ток тлеющего разряда стартера $I_{тл} = 0,01...0,04$ А.

Тепло, выделяемое при протекании тока через стартер, нагревает биметаллический электрод, который выгибается в сторону другого электрода. Через промежуток времени тлеющего разряда $t_{тл} = 0,2...0,4$ с контакты стартера замыкаются (момент t_1 на рис. 14.13.в) и по цепи начинает течь пусковой ток $I_{пуск}$, величина которого определяется напряжением сети и сопротивлениями дросселя и электродов лампы.

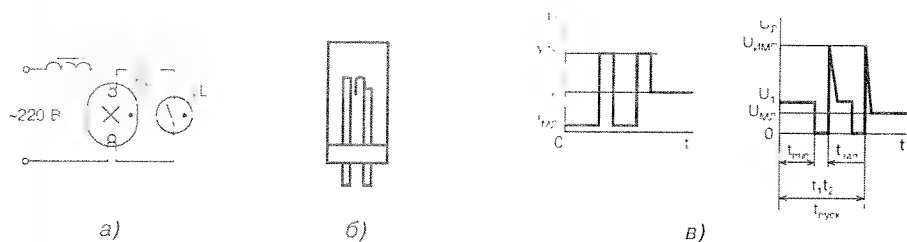


Рис. 14.13. Стартерное зажигание люминесцентной лампы

Этого тока недостаточно для нагревания электродов стартера, и биметаллический электрод стартера разгибается, разрывая цепь пускового тока. Предварительно пусковой ток разогревает электроды лампы. Благодаря наличию в цепи индуктивности, при размыкании контактов стартера в цепи возникает импульс напряжения в момент времени t_2 , зажигающий лампу. Время разогрева электродов лампы составляет $0,2...0,8$ с, его в большинстве случаев недостаточно, лампа может не загореться с первого раза, и весь процесс может повториться.

Общая длительность пускового режима лампы $I_{пуск}$ составляет $5...15$ с. Длительность пускового импульса при размыкании контактов стартера составляет $1...2$ мкс. Этого недостаточно для надежного зажигания лампы, поэтому параллельно контактам стартера включают конденсатор емкостью $5...10$ нФ.

Расшифровка обозначений типов ПРА

- УБ — устройство балластное (стартерное зажигание).
- АБ — аппараты бесстартерные быстрого пуска (бесстартерное зажигание).
- И — аппараты индуктивные, содержащие в качестве балласта дроссели и потребляющие из сети ток, отстающий по фазе от напряжения.
- Е — аппараты емкостные или индуктивно-емкостные, потребляющие из сети ток, опережающий по фазе напряжение сети.
- К — аппараты компенсированные, состоящие из комбинации однотипных индуктивных и емкостных аппаратов.

- А — антистробоскопический.
- В — встроенный в светильник (предназначены для установки в корпусах светильников или в специальных кожухах).
- Н — независимой установки (можно устанавливать как в светильнике, так и отдельно от него, без специального кожуха).
- П — с пониженным уровнем шума и радиопомех.
- КК — с колодками зажимов.
- ВК — с выводными концами.
- Н — аппараты с нормальным уровнем шума (для промышленных помещений).
- П — аппараты с пониженным уровнем шума для административно-служебных и жилых помещений.
- ПП — аппараты с особо низким шумом для школы, больниц и т.п.

Число ламп

Вид зажигания

Мощность лампы и
напряжение в сети

Установка ПРА

Номер разработки

Условия монтажа,
уровень шума

Климатическое исполнение

Категория размещения

2 У Б К - 40 / 220 - В П - 010 - В К У 4



Пример.

Расшифруем обозначение 2УБК-40/220-ВП-010-ВК У4.

В этом обозначении:

2 — двухламповый;

УБ — стартерный;

К — компенсированный;

40 — мощность каждой лампы (40 Вт);

220 — номинальное напряжение сети (220 В);

В — встроенное исполнение;

П — пониженный уровень шума;

ВК — с выводными концами;

010 — номер разработки, для потребителя он не имеет значения.

В конце обозначения указано климатическое исполнение У (для районов с умеренным климатом) и категория размещения 4 (в помещениях с искусственно регулируемым климатом).

Классификация схем

Большинство современных ЛЛ предназначено для работы в электрических сетях переменного тока. Они включаются в сеть только вместе с пуско-регулирующим аппаратом (ПРА), который обеспечивает зажигание лампы и нормальный режим их работы.

Схемы ПРА классифицируют по типу балласта и способу зажигания лампы. Чаще всего применяют индуктивный балласт, реже — индуктивно-емкостной. Балласты в виде активного сопротивления или чистой емкости применяют только в специальных случаях.

По способу зажигания лампы схемы и ПРА делят на стартерные и бесстартерные. Последние, в свою очередь, подразделяют на схемы быстрого и мгновенного зажигания.

Для облегчения зажигания лампы, работающих в сети без дополнительного трансформатора, широко применяют и предварительный нагрев электродов до температуры, обеспечивающей термоэмиссию, достаточную для зажигания разряда при более низких напряжениях.

Нагрев производится путем их кратковременного включения в цепь тока, что достигается замыканием контакта соответствующего устройства (стартера, динистора и др.). При последующем размыкании контакта возникает импульс напряжения, превышающий напряжение сети. Этот импульс, приложенный к лампе с еще не успевшими остыть электродами, должен зажечь в ней разряд. Для этого нужно, чтобы импульс имел некоторую минимальную амплитуду и энергию.

Наиболее распространенные стартерные схемы включения лампы в сеть через дроссель показаны на рис. 14.14. Величина импульса напряжения зависит от индуктивности дросселя, сопротивления электродов, мгновенного значения тока в момент разрыва цепи, а также от вольт-амперной характеристики переходных процессов в стартере. Поскольку момент разрыва случаен, пик напряжения может также иметь случайные значения от нуля до наибольшей величины [97].

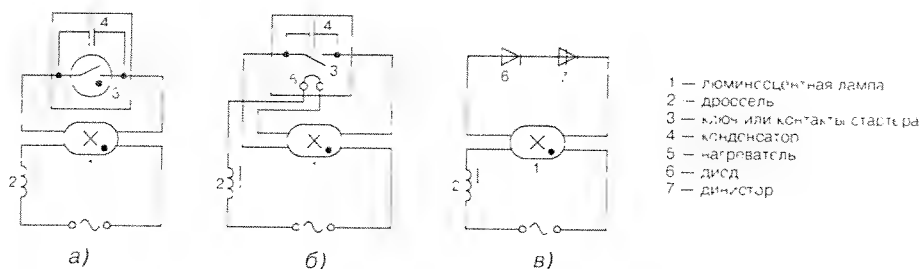


Рис. 14.14. Наиболее распространенные стартерные схемы включения лампы в сеть через дроссель:

- а) схема с ключом или стартером тлеющего разряда;
- б) с термобиметаллическим стартером;
- в) с простейшим электронным стартером

Стартеры для люминесцентных ламп

Назначение и типы

Стартер — наиболее уязвимая часть схемы люминесцентного освещения. Кратковременное замыкание и последующее размыкание цепи можно производить вручную при помощи ключа или автоматически с помощью специального устройства, называемого стартером. Существуют следующие типы стартеров: **тлеющего разряда**, **тепловые**, **электромагнитные**, **термомагнитные**, **полупроводниковые** и др.

Процесс зажигания лампы с помощью стартера можно разбить в общем случае на четыре стадии: **подготовительная** — с момента подачи напряжения до замыкания стартера; **нагрев электродов лампы** — с момента замыкания до момента размыкания; **попытка зажигания** — в момент размыкания; **подготовка стартера к следующему включению**. У отдельных типов стартеров может отсутствовать первая стадия.

С точки зрения оптимальных условий зажигания лампы желательно сократить или исключить первую стадию, поскольку она задерживает момент зажигания лампы, обеспечить время контактирования, достаточное для нагрева электродов до температуры, при которой происходит значительное снижение напряжения зажигания разряда, и обеспечить при размыкании цепи стартера возникновение импульса напряжения достаточной величины и длительности для зажигания разряда. Кроме того, к стартеру предъявляют требования максимальной простоты, высокой надежности и др. Эти требования в известной мере противоречивы, поэтому при конструировании стартера приходится искать компромиссные решения. Наибольшее распространение получили стартеры тлеющего разряда (рис. 14.15).

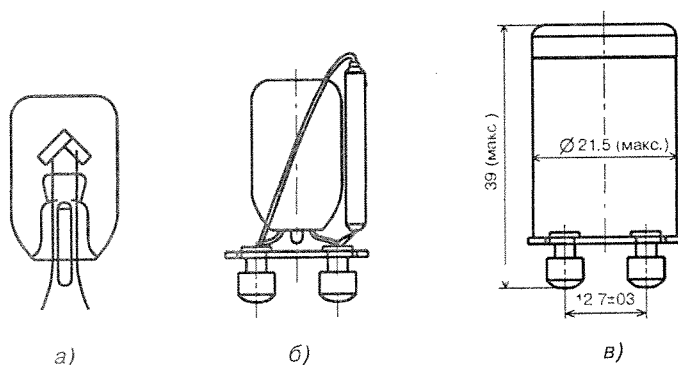


Рис. 14.15. Стартеры тлеющего разряда:

- а) внутреннее устройство;
- б) стартер смонтированный с конденсатором на контактной панели;
- в) внешний вид собранного стартера в футляре

Принцип действия стартера

Стартер представляет собой миниатюрную лампу, у которой один или оба электрода сделаны из биметаллической пластинки. В обычном состоянии электроды находятся на небольшом расстоянии друг от друга. При включении напряжения между ними возникает тлеющий разряд, нагревающий биметаллические пластинки, которые от нагрева изгибаются и замыкают цепь (1-я стадия тлеющего разряда). С этого момента через электроды лампы течет ток короткого замыкания, нагревающий их до высокой температуры (2-я стадия). Как только контакт замкнется, разряд в стартере погаснет: биметаллические пластины остывают и, возвращаясь в нормальное состояние, размыкают цепь.

В момент размыкания возникает импульс повышенного напряжения, который зажигает разряд в лампе (3-я стадия). При установлении дугового разряда в лампе напряжение на ней падает до напряжения горения. Стартер делается с таким расчетом, чтобы напряжение, при котором в нем возникает тлеющий разряд, было выше рабочего напряжения на лампе и ниже минимального напряжения в сети. Поэтому при горящей лампе разряд в стартере не возникает, биметаллические пластинки остаются холодными и цепь стартера — разомкнутой. Если лампа не зажглась после первого размыкания, то стартер начинает повторять процесс снова до тех пор, пока лампа не загорится.

Длительности стадий тлеющего разряда и контактирования определяются расстоянием между биметаллическими электродами и скоростями нагрева и остывания, которые в свою очередь зависят от их конструкции, а также от состава и давления наполняющего газа.

У стартеров промышленных типов длительность стадии тлеющего разряда составляет в среднем 0,3...1 с. Длительность отдельного контактирования 0,2...0,6 с, что недостаточно для прогрева электродов. Поэтому зажигание происходит обычно после двух-пяти попыток.

Стартеры несимметричной конструкции (с одним электродом в виде биметаллической пластины и другим — в виде проволоочки) имеют несколько большее время контактирования, чем стартеры симметричной конструкции. Однако величина импульса напряжения в них зависит от полярности электродов в момент разрыва контактов. Кроме того, при работе в схемах с емкостным балластным устройством период тлеющего разряда в несимметричных стартерах больше.

Стартер монтируют на изолирующей панельке с двумя штырьками и закрывают металлическим или пластмассовым футляром. Стартеры имеют стандартные размеры (рис. 14.15). В футляр вмонтирован миниатюрный конденсатор небольшой емкости, служащий для уменьшения радиопомех.

Кроме того, он оказывает влияние на характер переходных процессов в стартере так, что способствует зажиганию лампы. Без конденсатора пик напряжения в стартере достигает весьма большой величины — порядка не-

скольких киловольт, но имеет очень малую длительность (1...2 мкс), вследствие чего энергия импульса оказывается очень малой. Включение конденсатора приводит к снижению пика до 400...900 В, возрастанию его длительности с 1 до 100 мкс и значительному увеличению энергии импульса.

Это объясняется тем, что при отсутствии конденсатора во время размыкания электродов стартера в последних точках контактирования металл нагревается током до очень высокой температуры, и возникают кратковременные местные дуговые разряды, на поддержание которых расходуется большая часть энергии, накопленной в индуктивности контура, поэтому на импульс напряжения, возникающий после погасания последней дуги, остается очень небольшая энергия. На рис. 14.16 показаны осциллограммы напряжения на стартере (верхняя осциллограмма) и тока в цепи лампы в процессе зажигания [97].

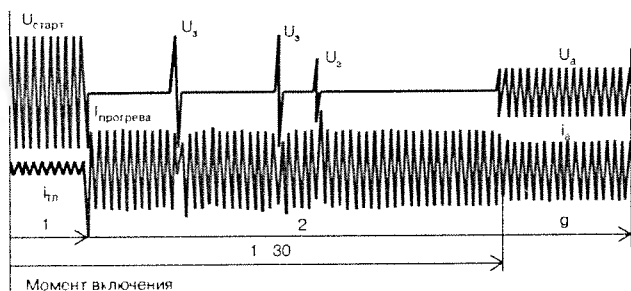


Рис. 14.16. Осциллограммы напряжения на стартере

Тепловые (термобиметаллические) стартеры

Преимуществами этих стартеров являются: **отсутствие первой, предварительной стадии**, так как контакты при отсутствии тока замкнуты; **более высокий пик зажигания** и **более длительное время контактирования**, обычно порядка 2...3 с.

Но у них есть и свои **недостатки**: они потребляют дополнительную мощность на поддержание нагревательного элемента в рабочем состоянии, более сложны по конструкции, более сложна схема их включения, они не сразу после отключения лампы готовы к работе. В силу этих причин их применяют только в особых случаях, например, для зажигания ламп в условиях низких температур.

Полупроводниковые стартеры

Существует ряд схем подобных стартеров. Все они работают по принципу ключа. Наиболее полно требованиям к стартерам отвечают полупроводниковые стартеры ждущего зажигания. Они обеспечивают достаточный во времени нагрев электродов и размыкание в определенной фазе напряжения, что гарантирует величину и длительность импульса. Другие типы стартеров употребляются весьма редко ввиду сложности конструкции.

Двухламповая схема включения

На рис. 14.17 приведена схема двухлампового пускорегулирующего аппарата с расщепленной фазой, обеспечивающая высокий коэффициент мощности установки и уменьшение пульсаций суммарного светового потока ламп.

Для того чтобы суммарный ток совпадал по фазе с напряжением сети, необходимо обеспечить в опережающей ветви сдвиг, равный сдвигу в отстающей, т.е. около 60° , при этом $\cos\varphi$ установки достигает значения 0,9...0,95, а глубина пульсаций общего потока уменьшается до 25%. Обычно сдвиг фаз лежит в пределах от 90 до 120° .

В табл. 14.5 даны основные параметры некоторых типов ПРА на номинальное напряжение 220 В при коэффициенте мощности около 0,5.

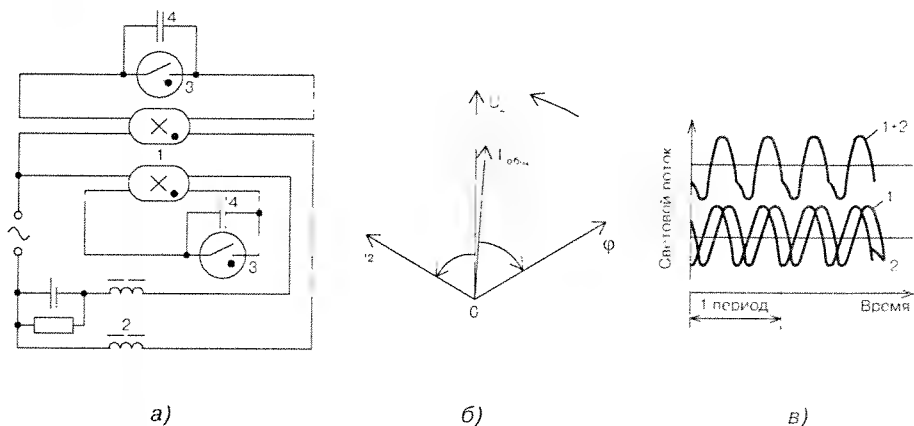
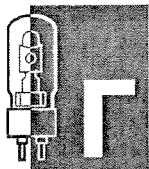


Рис. 14.17. Схема двухлампового пускорегулирующего аппарата с расщепленной фазой:
 а) принципиальная схема;
 б) векторная диаграмма токов и напряжения сети;
 в) осциллограммы изменения световых потоков ламп (1 и 2) и суммарного потока (1+2)

Параметры балластов

Таблица 14.5

Тип балласта	Сила тока, А	Потери мощности, %	Габариты			Масса, кг
			Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	
2УБИ-8/220-ВПП-050	0.17	36	120	42	42	0.65
1УБИ-13/220-ВПП-900	0.17	37	135	39,5	36,5	0.60
2УБИ-15/220-ВПП-800	0.33	29	150	39,5	36,5	0.80
2УБИ-20/220-ВПП-800	0.37	24	150	39,5	36,5	0.80
1УБИ-30/220-ВПП-900	0.36	26	150	39,5	36,5	0.76
1УБИ-40/220-ВПП-900	0.43	25	150	39,5	36,5	0.76
1УБИ-65/220-ВПП-900	0.67	25	230	39,5	36,5	1.35



газоразрядные лампы

Особенности газоразрядных ламп

Принцип действия современных газоразрядных ламп высокого давления абсолютно иной, чем у ламп накаливания: электрические разряды между электродами вызывают свечение наполнителя в разрядной трубке. Излучаемый лампой свет — это следствие проходящих в ней дуговых разрядов.

Для ограничения тока и для зажигания всем газоразрядным лампам необходимы **специальные устройства**. В отличие от типовых газоразрядных ламп (например, ксеноновых ламп) паросветным лампам после зажигания необходимо определенное время (примерно 2...15 минут), чтобы установилась их максимальная световая отдача. Это время, которое нужно веществам-наполнителям для полного испарения.

Все многообразие газоразрядных ламп рассмотрим на примере продукции немецкой фирмы OSRAM. Фирма входит в тройку крупнейших производителей ламп в мире. Высочайшие требования к качеству, предъявляемые фирмой OSRAM, нашли отражение и в ее философии «Total Quality Management» (TQM — Тотальное управление качеством).



Совет. Подробнее газоразрядные лампы рассмотрены на www.lampa28.ru, где для всех ламп приведены подробные описания, характеристики. Великолепный сайт, его стоит посетить. Там же можно заказать любые лампы, получить исчерпывающую консультацию.

Рабочее положение — понятие, определяющее допустимую и недопустимую области для работы лампы в светильнике. В обозначении, например, h30, буква обозначает положение лампы, а цифра — половина угла допустимого диапазона.

Различаются следующие положения лампы:

- h — вертикальное, цоколь направлен вверх;
- s — вертикальное, цоколь направлен вниз;
- p — горизонтальное.

Примеры представлены на рис. 15.1.

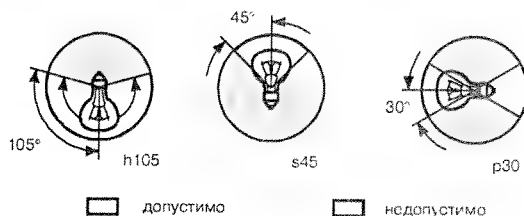


Рис. 15.1. Схематическое изображение рабочего положения

Современные газоразрядные лампы

Металлогалогенные лампы OSRAM (Германия)

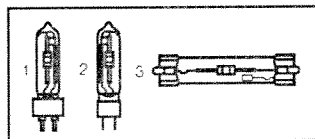
Определение и особенности

Металлогалогенные лампы — это ртутные лампы высокого давления с добавками йодидов металлов или йодидов редкоземельных элементов (диспрозий (Dy), гольмий (Ho) и тулий (Tm), а также комплексные соединения с цезием (Cs) и галогениды олова (Sn). Эти соединения распадаются в центре разрядной дуги, и пары металла могут стимулировать эмиссию света, чьи интенсивность и спектральное распределение зависят от давления пара металлогалогенов. Световая отдача и цветопередача дугового разряда ртути и световой спектр значительно улучшаются.

НМЛ-лампы — это металлогалогенные лампы с повышенной нагрузкой на стенку и очень коротким межэлектродным расстоянием имеют еще более высокую световую отдачу и цветопередачу, что, однако, ограничивает срок службы. Главной областью применения ламп НМЛ является сценическое освещение, эндоскопия, кино- и телесъемка при дневном освещении (цветовая температура составляет 6000 К). Мощность этих ламп лежит в диапазоне от 200 Вт до 18 кВт.

Для оптических целей были разработаны короткодуговые металлогалогенные лампы НТЛ с малыми межэлектродными расстояниями. Наряду с большой световой отдачей они отличаются очень высокой яркостью. Поэтому они используются, прежде всего, для световых эффектов, как позиционные источники света и в эндоскопии.

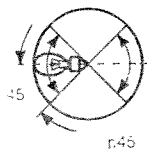
POWERSTAR HCI



- 1 — HCI-T 35...150/WDL
- 2 — HCI-TC 35...70/WDL
- 3 — HCI-TS 70...150/WDL

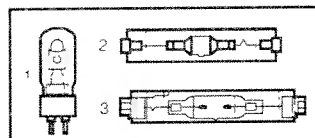
POWERSTAR® HCI®-T 35, 70 и 150 Вт и HCI®-TC 35 и 70 Вт — самые компактные металлогалогенные лампы с керамической горелкой. Стабильная цветовая температура и отличная цветопередача делают лампы HCI идеальными источниками света для изысканного освещения предлагаемых товаров.

Эти лампы появились в результате усовершенствования металлогалогенных ламп серии HQI®. Лампы отличаются ярким красивым светом однородного цвета, который они излучают на протяжении всего своего срока службы независимо от того, где они используются. Новая керамическая горелка выдерживает более высокие рабочие температуры, чем кварцевая. Это позволяет увеличить количество светогенерирующих ионов металла в световой дуге и улучшить световой спектр. В результате лампы **POWERSTAR® HCI®** обладают по сравнению с кварцевыми металлогалогенными лампами более высокой световой отдачей и лучшей цветопередачей. Свет ламп с тепло-белой цветностью WDL очень хорошо комбинируется со светом ламп **HALOSTAR®**. Все лампы HCI® имеют наружную колбу из поглощающего ультрафиолетовое излучение кварцевого стекла. Большая интенсивность света этих ламп дает дополнительные преимущества. Ведь для обеспечения нужного уровня освещенности теперь можно использовать меньше светильников точечного света, что позволит еще больше сократить расходы на электроэнергию и монтаж, а также уменьшить тепловую нагрузку в помещении.

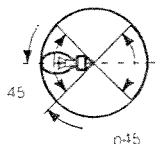


POWERSTAR HQI...UVS

С уменьшенным ультрафиолетовым излучением.



- 1 — HQI-T 70...150
- 2 — HQI-TS 70...150
- 3 — HQI-TS 250

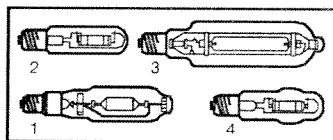


POWERSTAR® HQI®-TS UVS — компактные лампы с двумя контактами для подключения и уменьшенным ультрафиолетовым излучением. Они отличаются высокой светоотдачей и великолепными характеристиками цветопередачи. Эти лампы поставляются со следующими цветностями света: дневного света, нейтрально-белая, нейтрально-белая DE LUXE и тепло-белая DE LUXE. Лампы **POWERSTAR® HQI®-T** и **HQI-TS** мощностью от 70 Вт до 150 Вт являются самыми миниатюрными металлогалогенными лампами в мире, предназначенными для общего освещения. Лампы с тепло-белой цветностью света DE LUXE и с нейтрально-белой цветностью света DE LUXE могут использоваться вместе с лампами **HALOSTAR®**. Преимущества в применении: большой срок службы, интенсивный световой поток и небольшое тепловое излучение.

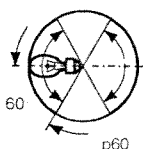
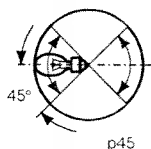
Вместо ограничивающего ультрафиолетовое излучение фильтра может быть использовано более дешевое, устойчивое к перепадам температуры, небуьющееся силикатное стекло. Преимущества этих ламп: увеличенная вдвое освещенность или длительность освещения при использовании стандартных защитных стекол и пониженная хрупкость пластмассовых деталей светильника. Рекомендуется **применение** как для внутреннего освещения (промышленные цехи, торговые залы, витрины, фойе, гостиницы, кафе, выставочные павильоны, офисы, школы, спортивные сооружения, теплицы, а также для экономичного и эффектного освещения архитектурных сооружений, холлов, пассажей и фойе), так и для наружного освещения (установки заливающего света, центральные улицы, скверы и парки, подсветка зданий и памятников).

POWERSTAR HQI-T, HQI-BT

- 1 — HQI-T 250...400. 2 — HQI-T 1000.
3 — HQI-T 2000...3500. 4 — HQI-BT 400.

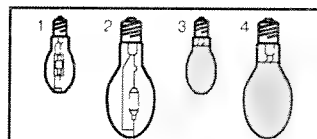


Лампы POWERSTAR® HQP-T предназначены для подсветки зданий. Это трубчатые прозрачные лампы. HQI-T 400 BLUE и HQI-T 400 GREEN — лампы с почти монохроматическим синим или зеленым светом для иллюминации зданий, фонтанов и скверов. Особенно **хорошо подходят** для создания световых эффектов на киносъемках и сцене.

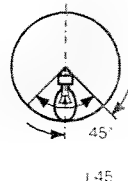


POWERSTAR HQI-E

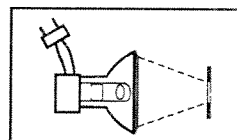
- 1 — HQI-E 70...150. 2 — HQI-E 400.
3 — HQI-E 70...150/WD. 4 — HQI-E 250...1000.



Лампы HQI®-E 70 Вт, 100 Вт, 150 Вт, 250 Вт, 400 Вт и 1000 Вт могут устанавливаться в открытые светильники без защитных стекол. Светильники Downlights с лампами POWERSTAR® HQP-E излучают красивый неослепляющий рабочий свет. Для работы ламп HQI®-E 100 Вт можно использовать дроссели NAV® 100 Вт и устройства зажигания HQI® 150 Вт. **Применение.** Общее освещение с помощью светильников Downlights на промышленных объектах, в офисах и в магазинах. В отдельных случаях в целях обеспечения безопасности следует рассматривать возможность использования защитных стекол.



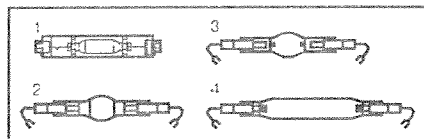
POWERSTAR HQI-R



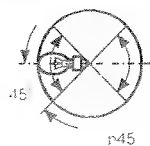
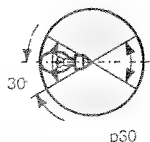
Лампы POWERSTAR HQI-R с оптимально отрегулированным светом, практически не имеют теплового излучения. Фокусирующий дихроичный отражатель обеспечивает возможность: создания компактных оптических оптоволоконных систем с высоким КПД; оптимальной юстировки; снижения тепловой нагрузки световода; повышения срока службы лампы; простой замены лампы.

POWERSTAR HQI-TS

- 1 — HQI-TS 400. 2 — HQI-TS 1000.
3 — HQI-TS 2000. 4 — HQI-TS 2000/N.



Лампы **POWERSTAR® HQI®-TS** с двумя контактами для подключения, без наружной колбы. Специально для ламп **POWERSTAR HQI-TS 2000/D/S** были разработаны сверхкомпактные прожекторы для стадионов. Компактная конструкция ламп **HQI®-TS 2000/N/L** обеспечивает очень хорошее управление светом. Рассмотрим **преимущества** лампы **POWERSTAR® HQI®-TS 2000/D/S/H**: очень компактные лампы для небольших прожекторов с малой ветровой нагрузкой; исключительно короткая световая дуга для очень хорошего управления светом с малым рассеянием; превосходная цветопередача; работа со стандартными устройствами зажигания и ПРА; возможность мгновенного повторного зажигания горячей лампы с помощью специального устройства зажигания. Поэтому лампы используются для освещения спортивных залов, стадионов и больших площадей, применяют в установках заливающего света, для имитации солнечного света, в дефектоскопии материалов.

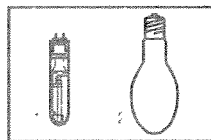


Рассмотрим **преимущества** лампы **POWERSTAR® HQI®-TS 2000/N/L**: длина световой дуги 120 мм; идеальные лампы для компактных прожекторов заливающего света; работа со стандартными устройствами зажигания и ПРА. Ими освещаются спортивные сооружения для профессионалов и любителей, тренировочные площадки, производится подсветка зданий, освещение промышленных объектов.

Натриевые ксеноновые лампы

CITYLIGHT DS

- 1 — DS-T 80. 2 — DS-E 80.



DS-E 80 с цоколем **E-27**, а **DS-T 80** с цоколем **PGI2-3**.

Лампы **CITYLIGHT® DS®** работают с электронными ПРА **POWERTRONIC® PT-DS 80W** и рекомендуются для декоративного и экономичного наружного освещения. Светильники с лампами **OSRAM CITYLIGHT DS** загрязняются значительно меньше, благодаря тому, что свет этих ламп на 90% меньше привлекает насекомых.

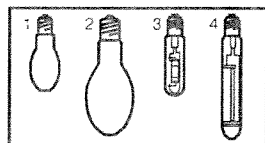
Большая экономичность благодаря оптимизированной световой отдаче системы — в режиме полной нагрузки до 67 лм/Вт. Дополнительная экономия расходов на электроэнергию до 35% по сравнению с лампами, работающими в обычном режиме благодаря встроеной в ПРА схеме ночного режима работы. Значительно улучшенная по сравнению с обычными натриевыми лампами высокого давления цветопередача. Отсутствие мигания (циклического мигания) благодаря надежному отключению системы в случае появления недопустимых сбоев в работе и по истечении срока службы лампы.

Назначение ламп — Освещение исторических центров городов и пешеходных зон, площадей и скверов, улиц с небольшим транспортным движением и жилых районов. Подсветка исторических и современных зданий.

Следует отметить, что лампа OSRAM CITY LIGHT® DS была отмечена в Германии первой премией в номинации «Экологически безопасное изделие». На Европейском конкурсе эта лампа получила первую премию в номинации «Экологический дизайн».

Натриевые лампы высокого давления

VIALOX NAV 4Y



1 — NAV-E 50 (70) 4Y. 2 — NAV-E 150... (400) 4Y.

3 — NAV-T 70 4Y. 4 — NAV-T 150 ... (400) 4Y.

NAV® 4Y® — новые лампы OSRAM длительного использования! 4Y® означает 4 Years, т.е. срок их службы составляет 4 года. Лампы NAV® 4Y® увеличивают интервалы между заменами групп натриевых ламп для уличного освещения до 4 лет. У ламп, мощностью до 70 Вт включительно, использован цоколь E27, а у ламп мощностью свыше 150 Вт — цоколь E40.

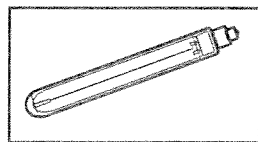
Увеличение интервалов между заменами: если ранее замена ламп NAV® производилась в трехгодичном цикле, то теперь только увеличение цикла до 4 лет дает 25% экономии расходов на ежегодную замену ламп.

Сокращение случаев преждевременного выхода из строя ламп: по истечении 16000 часов работы 95% ламп NAV® 4Y® мощностью 150, 250 и 400 Вт продолжают оставаться работоспособными. У ламп этой серии мощностью 50 и 70 Вт этот показатель составляет 92%. Благодаря этому экономятся значительные дополнительные расходы на замену ламп.

Стабильный световой поток на протяжении почти всего срока службы: по истечении 16000 часов работы лампы NAV® 4Y® сохраняют не менее 80% своего первоначального светового потока. **Надежная конструкция для сложных случаев применения:** благодаря оптимизированной конструкции ножки лампы, в которой используется запатентованная защита от вибрации, значительно снижено количество преждевременных выходов из строя лампы, обусловленных колебаниями и сотрясениями. Поэтому лампа NAV® 4Y® рекомендуется для использования в осветительных системах для мостов, железной дороги, улиц с интенсивным движением, туннелей и предприятий тяжелой промышленности.

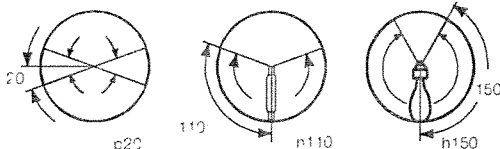
Натриевые лампы низкого давления

SOX



1 — SOX 18...(180).

Монохроматический желтый свет привлекает по сравнению со светом ртутных ламп лишь 5% насекомых. Натриевые лампы низкого давления SOX имеют световую отдачу до 173 лм/Вт. Их монохроматический желтый свет (линия натрия 590 нм) обеспечивает контрастную види-

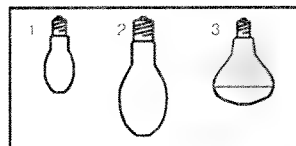


мость объектов даже в густом тумане и легкой дымке. Лампы обеспечивают экономичное освещение скоростных магистралей и ведущих к аэропортам дорог, туннелей, многоуровневых стоянок, каналов и шлюзов.

Ртутные лампы

HQL STANDARD и DE LUXE

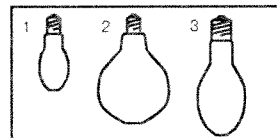
- 1 — HQL 50...(125). 2 — HQL 250...(1000).
3 — HQL R 250...(400).



Ртутные лампы высокого давления HQL® STANDARD имеют люминофор на основе ванадата иттрия. Это универсальные источники света для транспорта и производственных цехов. Лампы HQL DE LUXE, благодаря своей более теплой цветности света по сравнению с цветностью света ламп HQL STANDARD, находят разнообразное применение во внутреннем и наружном освещении.

HQL SUPER DE LUXE

- 1 — HQL 50 (80) SUPER DE LUXE.
2 — HQL B 50 SUPER DE LUXE.
3 — HQL 125 SUPER DE LUXE.



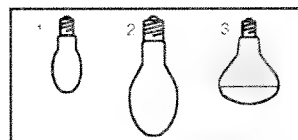
Благодаря золотисто-коричневому фильтрующему покрытию цветность света декоративных ламп HQL SUPER DE LUXE очень близка к цветности света ламп накаливания. Декоративные лампы HQL® SUPER DE LUXE с золотисто-коричневым фильтрующим покрытием колбы излучают свет с цветовой температурой 3000 К, схожий со светом ламп накаливания. Лампы с шаровой колбой имеют брызгозащищенное исполнение и излучают практически неослепляющий свет.

Применяются как для **внутреннего** освещения (особенно хорошо подходят для одноламповых и многоламповых светильников, например, в фойе, пассажах и общественных зданиях, а также для других декоративных светильников с большой продолжительностью включения), так и для **наружного** освещения (пешеходные зоны, бульвары, парки, сады и аллеи, ориентировочные огни).

Лампы смешанного света

HWL

- 1 — HWL 160. 2 — HWL 250 (500).
3 — HWL R 160 DE LUXE.



Лампы HWL® можно использовать вместо обычных ламп накаливания, так как для их работы не нужны ни ПРА, ни устройства зажигания.

Пускорегулирующие автоматы

Для ограничения тока всем газоразрядным лампам необходимы **пускорегулирующие аппараты**. Для этого используются стандартные, энергосберегающие и электронные ПРА.

Их качественно важным рабочим параметром является **мощность потерь**, которая вместе с мощностью ламп складывается в системную мощность.

Электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА), в отличие от **электромагнитных**, работают в частотном диапазоне свыше 30 кГц, что приводит к значительному увеличению эффективности. Она базируется в основном на двух механизмах: уменьшении электродных потерь, повышении световой отдачи.

Эти механизмы основаны на более эффективном преобразовании электрической энергии в ультрафиолетовой области спектра атомов ртути при 185 и 254 нм.

Применение современных ЭПРА позволяет значительно улучшить: световой комфорт, экономичность и эксплуатационную безопасность.

Факторы, повышающие световой комфорт:

- зажигание без мигания;
- приятный, немерцающий свет без стробоскопического эффекта;
- отсутствие мешающих шумов;
- отсутствие миганий у перегоревших ламп;
- автоматическое включение после замены лампы.

Экономичность работы:

- на треть уменьшенная потребляемая мощность по сравнению с ЭМПРА;
- вдвое по сравнению с ЭППРА и энергосберегающими ПРА увеличенный срок службы за счет бережливого режима работы;
- пониженные расходы на техническое обслуживание;
- пониженные расходы на кондиционирование, пониженная нагрузка на системы кондиционирования.

Свойства, повышающие эксплуатационную безопасность:

- предохранительное отключение питания при неисправной лампе;
- соответствие требованиям европейских стандартов к безопасности и электромагнитной совместимости;
- схема защитного отключения в случае кратковременного броска напряжения и при периодически появляющемся перенапряжении.

Кроме того, **ЭПРА со светорегулировкой** обеспечивают плавное без мигания регулирование светового потока люминесцентных ламп в диапазоне 3...100% для компактных люминесцентных ламп и 1...100% для линейных люминесцентных ламп.

Управление осуществляется через гальванически разделенный **1-10 В интерфейс** или **DALI** (Digital Addressable Lighting Interface).

Энергосберегающие ПРА имеют по сравнению с ЭМПРА незначительные мощности потерь, но большие габариты. К тому же их изготовление дороже, вследствие улучшения структуры, применения лучших сплавов и больших железных сердечников. Системная мощность для 26-ваттной компактной люминесцентной лампы составляет, например, около 30 Вт.

Обычные электромагнитные ПРА (ЭМПРА) представляют из себя простое индуктивное сопротивление, которое состоит из железного сердечника, обвитого медной проволокой. Использование такого омического сопротивления приводит к высокой потере мощности и к большому выделению тепла. Системная мощность работающей с ЭПРА 26-ваттной компактной люминесцентной лампы составляет 32 Вт, т.е. мощность потерь составляет 6 Вт (23%).

Различают следующие варианты эксплуатации:

- со стартером тлеющего разряда;
- без стартера;
- ПРА с ограничением температуры.

Принцип действия при работе с зажиганием тлеющего разряда (который в отличие от неоновой лампы содержит в качестве электродов биметаллические полосы) описывается следующим образом: напряжение зажигания тлеющего разряда, при котором возникает тлеющий разряд между биметаллическими полосами, ниже, чем напряжение зажигания лампы с холодными электродами.

Поэтому при появлении напряжения в электросети приводится в действие зажигание, а не лампа. Ток тлеющего разряда нагревает электроды, они смыкаются, и полный ток короткого замыкания дросселя поступает в ламповые электроды.

После охлаждения биметаллические контакты снова размыкаются. При этом разряжается сохраненная энергия дросселя. Возникает импульс напряжения, который зажигает лампу. После срабатывания зажигания в нем остается напряжение индуктивной составляющей искрового разряда, которое, однако, недостаточно для запуска зажигания.

Эксплуатация **без стартера** нуждается в **специальных лампах**. В то время как в европейских 230-вольтовых сетях люминесцентные лампы могут работать с обыкновенными дросселями, и для работы без стартера требуется дополнительный трансформатор подогрева или дорогостоящий резонансный двойной дроссель, в американских 120-вольтовых сетях напряжение преобразовывается лишь посредством второй дополнительной обмотки подогрева в управляющем трансформаторе со снижением потерь выходного тока. Поэтому там включение без стартера широко распространено.

ПРА с ограничением температуры предотвращают опасные перегревы в конце срока службы. Это обеспечивается регламентируемыми в VDE 0712 T10 предохранителями с тепловым реле.

Рекомендации по правильному использованию

Особенности эксплуатации газоразрядных ламп

Эксплуатация газоразрядных ламп имеет свои особенности. Этим эта группа ламп отличается от привычных в быту обыкновенных ламп накаливания. Причем для всех газоразрядных ламп нельзя вывести типовые правила правильной эксплуатации. Они для каждой лампы индивидуальны.

Поэтому для примера рассмотрим особенности эксплуатации продукции фирмы OSRAM, одного из мировых лидеров производства ламп (подробнее этот вопрос рассмотрен на www.lampa28.ru).

Питающее напряжение

Подключение ламп должно производиться через соответствующий пускорегулирующий аппарат. Для работы ламп обычно требуется переменное напряжение 230 В/50 Гц. Лампы OSRAM HQI® 2000W рассчитаны на напряжение 400 В/50 Гц (исключение: лампа OSRAM HQI®-T 2000/N/230V). При подключении ламп к сети с нестабильным напряжением питания необходимо использовать специальные устройства и компоненты. Следует помнить, что длительное отклонение питающего напряжения от номинального (230 или 400 В) может привести к изменению цветности и светового потока газоразрядных ламп высокого давления.

Кроме этого, такое отклонение может привести к сокращению срока службы ламп. Допустимое отклонение сетевого напряжения от номинального должно составлять $\pm 3\%$, а для ламп OSRAM HQL® $\pm 10\%$. Резкие колебания сетевого напряжения свыше $\pm 10\%$ могут привести к выключению ламп.

Безопасность эксплуатации

Лампы высокого давления фирмы OSRAM соответствуют критериям безопасности, определенным в МЭК 62035. Но в связи с ультрафиолетовым излучением и повышенным рабочим давлением эксплуатация следующих ламп разрешается только в специальных полностью закрытых светильниках:

- все лампы OSRAM HCI®-T и HQI-T мощностью до 150 Вт;
- все лампы OSRAM HCI®-TS мощностью до 150 Вт;
- лампы OSRAM HQI®-R 150 W/NDL;
- все лампы OSRAM HQI®-TS мощностью до 2000 Вт.

Полностью исключить возможность растрескивания колб вышеназванных ламп не представляется возможным. Поэтому светильники для этих ламп должны быть оборудованы плотно прилегающим, устойчивым к перепадам температуры, прочным предохранительным стеклом. Эксплуатация ламп с поврежденными наружными колбами (исключение: лампы OSRAM HQI®-TS... без наружных колб) опасна и поэтому недопустима.

В конце срока службы у натриевых ламп высокого давления может наблюдаться так называемый **эффект выпрямителя**, не являющийся специфическим технологическим эффектом. Слишком высокие постоянные составляющие пульсирующего тока могут привести к перегреву ПРА или устройств зажигания.

Поэтому эксплуатация натриевых ламп высокого давления разрешается только с оборудованными тепловыми реле ПРА. Данное положение действительно в одинаковой мере и для ПРА с возможностью понижения мощности.

Необходимые для работы газоразрядных ламп дроссели и компенсационные конденсаторы в ряде случаев могут стать причиной образования колебательных контуров, вызывающих появление недопустимых высоких токов и напряжений, которые приводят к выходу из строя ламп, пускорегулирующих аппаратов и конденсаторов. Такие случаи можно исключить с помощью соответствующих схем и предохранителей.

Эксплуатация ламп

Частое кратковременное включение ламп высокого давления сокращает их срок службы. Это относится как к запуску ламп из холодного, так и из горячего состояния. Так, например, лампы OSRAM HQI® мощностью от 1000 Вт и выше должны оставаться включенными не менее 3 часов и выключенными не менее получаса.

Для работы при низких температурах до -50°C подходят лишь лампы OSRAM HCl®, HQI® и NAV® с внешним специальным (подогреваемым) устройством зажигания, например, устройством MZN 400 SU-LT фирмы BAG Turgi (для ламп от 100 до 400 Вт).

Лампы OSRAM CityLight® DS® можно зажигать без каких-либо проблем с помощью ЭПРА POWERTRONIC® PT-DS® при температурах до -30°C .

Для эксплуатации в открытых светильниках подходят все лампы OSRAM HQI®-E мощностью от 70 до 1000 Вт и лампы OSRAM HQI®-T мощностью от 250 до 2000 Вт. В отдельных же случаях в целях обеспечения безопасности следует рассматривать возможность установки защитных стекол.

Конструкция светильников

При работе над конструкцией светильников (определении тепловых нагрузок и тепловой защиты) следует руководствоваться положениями стандарта EN 60598-1. Лампы OSRAM HQI® мощностью от 1000 до 3500 Вт крепятся без натяжения за часть колбы, расположенной недалеко от ее вершины или с помощью специальной подставки.

Устройства, обеспечивающие работу ламп

Лампы OSRAM HWL®

Для работы этих ламп специальных устройств не требуется. Они подключаются напрямую в сеть.

Лампы OSRAM HCI®, HQI®, HQL® и NAV®

Требуются пускорегулирующие аппараты: до 230 В — трансформатор с рассеянием, а свыше 230 В — дроссель.

Для ламп OSRAM HQI®/HCI® мощностью 150 Вт и ниже требуется дроссель (ПРА) с реле тепловой защиты. Для ламп OSRAM HQI® мощностью 250 Вт и более и ламп OSRAM NAV® рекомендуются дроссели (пускорегулирующие аппараты) с реле тепловой защиты.

Устройства зажигания: для ламп HCI®, HQI® и NAV® требуется дополнительное устройство зажигания (кроме ламп HQI®-T 2000/N, HQI®-T2000/D/I, NAV®-E 50/14Y®, NAV®-E 70/4Y®, NAV®-E 50/I, NAV®-E 70/I, NAV®-E 110, NAV®-E 210 и NAV®-E 350).

Устройства зажигания с повышенной энергией зажигания требуются лампам OSRAM NAV® SUPER. С помощью соответствующих устройств зажигания или других специальных устройств лампы OSRAM HQI®-TS и OSRAM NAV®-TS можно мгновенно зажечь также и из горячего состояния.

Следует помнить, что пусковой ток лампы OSRAM (например, HCI®, HQI®, HQL® и NAV®) в зависимости от типа ПРА может достигать до значения, составляющего двукратную величину силы рабочего тока.

Лампы OSRAM DS®

Эксплуатация этих ламп разрешается только с ЭПРА OSRAM POWERTRONIC® 80/230-240.

Лампы OSRAM SOX, SOX-E

Работа только от трансформатора с рассеянием (за исключением лампы OSRAM SOX 18 с подключенным дросселем и конденсатором зажигания 5 мкФ) или от гибридных ПРА.

Расстояние между лампой и ПРА может быть любым. Расстояние между лампой и устройством зажигания не должно превышать определенного значения, которое зависит от типа устройства (например, при работе лампы с устройством зажигания с наложением импульса это расстояние составляет около 1,5 м). При подключении лампы в сеть с нейтральным проводом ПРА следует подключать к проводу под напряжением. Светильники без ламп следует выключать, чтобы исключить продолжительный режим работы устройства зажигания.

Предохранители

Защита ламп OSRAM HCL®, HQL® и NAV® от перенапряжения в сети должна обеспечиваться с помощью предохранителей с инерционной характеристикой срабатывания.

При использовании предохранителей с плавкими вставками для расчета параметра срабатывания достаточно взять величину, равную двукратному значению номинального тока лампы. Если для ламп предусмотрены автоматические выключатели, то они должны иметь мгновенное расцепление типа С.

При настройке выключателя на верхнее предельное значение, равное 10-кратному номинальному току, выключатель не срабатывает, если установленный параметр защиты равен двукратному значению номинального тока лампы.

Компенсация

Необходимый конденсатор компенсации можно выбрать в таблицах технических характеристик ламп, имеемых в Интернете. Рекомендую сайт www.lampa28.ru.

Коэффициенты мощности (без компенсации) для ламп следующие:

Лампы HWL®: $\cos\varphi = 1$;

Лампы HCL®, HQL® и HQL®: $\cos\varphi = 0,5 \dots 0,7$;

Лампы NAV®: при наличии дросселей $\cos\varphi = 0,5$;

Лампы SOX, SOX-E: $\cos\varphi = 0,3$ (лампы SOX 18: $\cos\varphi = 0,9$).

Работа на пониженной мощности



Внимание!

Работа ламп OSRAM HCL® и HQL® на пониженной мощности недопустима, поскольку следствием такой работы могут быть сильные искажения цветопередачи и сокращение срока службы этих ламп. Лампы OSRAM HQL® и NAV® могут работать с уменьшением мощности до 50% от номинальной при условии, что их запуск будет происходить на номинальной мощности.

Включение

Для различных типов газоразрядных ламп имеются особенности нарастания светового потока после включения. Для выхода на номинальный режим свечения требуется от нескольких секунд до 15 минут. Рассмотрим эти особенности для конкретных типов ламп (табл. 15.1). Повторное зажигание

Время включения газоразрядных ламп

Таблица 15.1

HWL®	Полный световой поток сразу после включения. Повышенный примерно на 30% пусковой ток
HQL®	Полный световой поток устанавливается примерно через 5 минут после включения. Повышенный примерно на 40% пусковой ток
HCI®	Полный световой поток устанавливается примерно через 2..4 минуты после включения. Повышенный примерно на 40...90% пусковой ток — в зависимости от лампы и ПРА
HQI®	Полный световой поток устанавливается примерно через 2..4 минуты после включения. Повышенный примерно на 40...90% пусковой ток — в зависимости от типа лампы и ПРА
DS®	Полный световой поток устанавливается примерно через 50 секунд после включения
NAV®	В зависимости от типа лампы и ПРА полный световой поток устанавливается примерно через 6...10 минут после включения. Повышенный примерно на 25% пусковой ток
SOX, SOX-E	Полный световой поток устанавливается примерно через 12...15 минут после включения. Пусковой ток не возрастает

Повторное зажигание

Следует помнить, что для каждого типа ламп существует определенное время, ранее которого нельзя производить повторное зажигание лампы. Лишь некоторые типы ламп предусматривают включение сразу же после выключения. Рассмотрим примеры.

Лампы OSRAM HCI®, HQI®, HQL®, HWL®, NAV® и SOX: повторное зажигание этих погасших ламп производится только по истечении времени охлаждения, составляющего от 2 до 15 минут, так как необходимое для зажигания напряжение сначала выше напряжения, а в лампах OSRAM HCI®, HQI® и NAV® — выше импульса напряжения устройства зажигания.

При использовании соответствующих устройств зажигания можно производить мгновенное повторное зажигание ламп OSRAM POWERSTAR® HQI®-TS < 1000 Вт, HQI-TS 2000/D/S и ламп OSRAM VIALOX NAV®-TS. Необходимый для этого импульс напряжения должен составлять от 25 до 60 мс.

Лампы OSRAM DS®: повторное зажигание этих ламп производится по прохождении около 80 секунд после выключения.

Лампы OSRAM SOX, SOX-E: повторное зажигание ламп OSRAM SOX 18 может быть произведено сразу же после выключения. Повторное зажигание всех остальных ламп OSRAM SOX происходит лишь по истечении нескольких минут после выключения.

Радиопомехи

При работе ламп высокого давления и ламп смешанного света они обычно не возникают, если не принимать во внимание момент включения. При использовании ламп OSRAM HQL® возможное появление помех можно предотвратить с помощью параллельного подключения к лампе конденсатора с малой индуктивностью 0,1 мкФ. Параллельное подключение конденсатора к лампам OSRAM POWERSTAR® и OSRAM VIALOX® не допускается.

Световой поток

Световой поток практически не зависит от температуры окружающей среды (вне светильника). При низких температурах окружающей среды (до -50°C) необходимо использовать специальные устройства зажигания. Указанные параметры светового потока приведены для ламп в вертикальном рабочем положении (кроме ламп, предназначенных только для горизонтального рабочего положения), работающих с эталонными ПРА при номинальном питающем напряжении.

Различия в цветопередаче

При работе ламп OSRAM POWERSTAR® HQI®, так же как и металлогалогенных ламп, иногда могут отмечаться различия в их цветопередаче, обусловленные такими внешними факторами, как сетевое напряжение, обеспечивающее работу ламп устройства, рабочее положение и светильники.

Истечение срока службы

Срок службы газоразрядных ламп высокого давления (HCL®, HQI®, NAV® и HQL®) считается истекшим, если имеет место хотя бы один из факторов:

- сильно изменилась цветность света лампы;
- заметно понизилась яркость лампы;
- лампа больше не зажигается;
- лампа периодически гаснет и зажигается.

Патроны ламп

В связи с появлением при зажигании или при повторном зажигании ламп в горячем состоянии высокого напряжения необходимо использовать устойчивые к высокому напряжению патроны. Соответствующие высоковольтные патроны производятся.

Схемы подключения газоразрядных ламп OSRAM

В сетях с нулевым проводом дроссель следует подключать к фазному питающему проводу. В целях надежного и качественного зажигания ламп необходимо использовать предусмотренное для соответствующего типа ламп устройство зажигания. Для ламп HQI-TS 70 разработан специальный ПРА POWERTRONIC.

Дроссели, патроны, конденсаторы, трансформаторы с полем рассеяния и устройства зажигания поставляются предприятиями электротехнической про-

мышленности. Безупречная работа ламп OSRAM CityLight DS-E или T возможна только с ПРА POWERTRONIC PT-DS. Схемы подключения газоразрядных ламп OSRAM представлены на рис. 15.2...15.10.

В схемах приняты следующие обозначения:

D — дроссель;

D_1 — дроссель с отводом;

H — гибридный ПРА;

K — конденсатор компенсации;

K+S — быстродействующий выключатель и контактор;

K_1 — конденсатор компенсации и зажигания 5 мкФ;

L — лампа;

L_H — вывод для высокого напряжения;

Mr — нулевой провод;

R, S, T — фазные провода;

Sch — переключатель;

St — трансформатор с полем рассеяния;

U_N — сетевое напряжение 230 В (при 2000 Вт) и 400 В (при 3500 Вт);

Z — устройство зажигания, устанавливать вблизи лампы;

ZL — провод ВЧ зажигания, к заземленному контакту лампы;

B — предохранитель 6 А, инерционный.

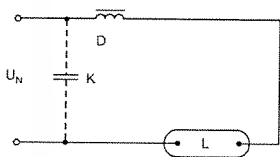


Рис. 15.2.

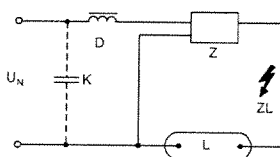


Рис. 15.3.

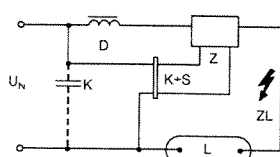


Рис. 15.4.

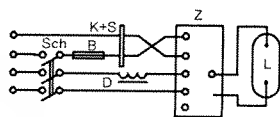


Рис. 15.5.

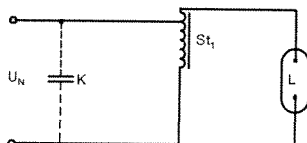


Рис. 15.6.

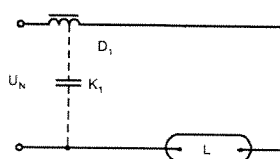


Рис. 15.7.

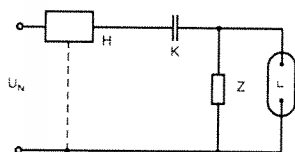


Рис. 15.8.

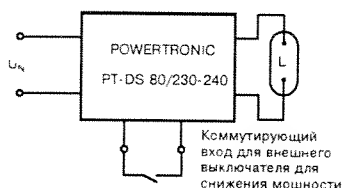


Рис. 15.9.

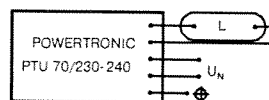
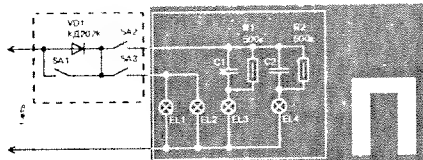


Рис. 15.10.



Полезные радиолюбительские схемы в освещении

В серии «Домашний мастер» вышла книга «Освещение квартиры и дома».

В этой книге доступно рассказано об устройстве и использовании светильников с лампами накаливания, люминесцентными и галогенными лампами. Книга поможет выбрать светильник, правильно осветить ваш дом или квартиру, добавить комфорта в использование освещения, расширить возможности светильников, добиться экономного расхода электроэнергии, продлить жизнь электролампам.

Особое внимание уделено полезным в быту радиолюбительским схемам. Читатель познакомится и с освещением «Умного дома». Приводится много интересных примеров, полезных советов, рисунков, схем и таблиц.

В этой книге описаны:

1. Элементы домашнего освещения
2. Повышение долговечности ламп накаливания
3. Радиолюбительские конструкции светорегуляторов
4. Полезные схемы для управления светильниками с лампами накаливания
5. Схемы для эффективного использования
6. Радиолюбительские схемы обнаружителей скрытой проводки
7. Освещение в «Умном доме»

справочник
**домашнего
электрика**

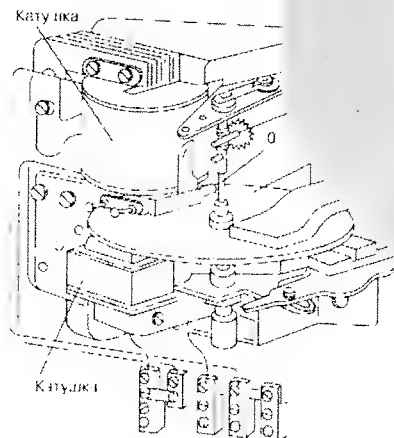
**Учет
и экономия
электроэнергии**

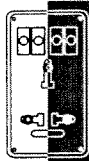
Раздел IV

Глава 17
Индукционные
электросчетчики

Глава 18
Микропроцессорные
многотарифные
счетчики

Глава 19
Серийные
отечественные
счетчики





Индукционные электросчетчики

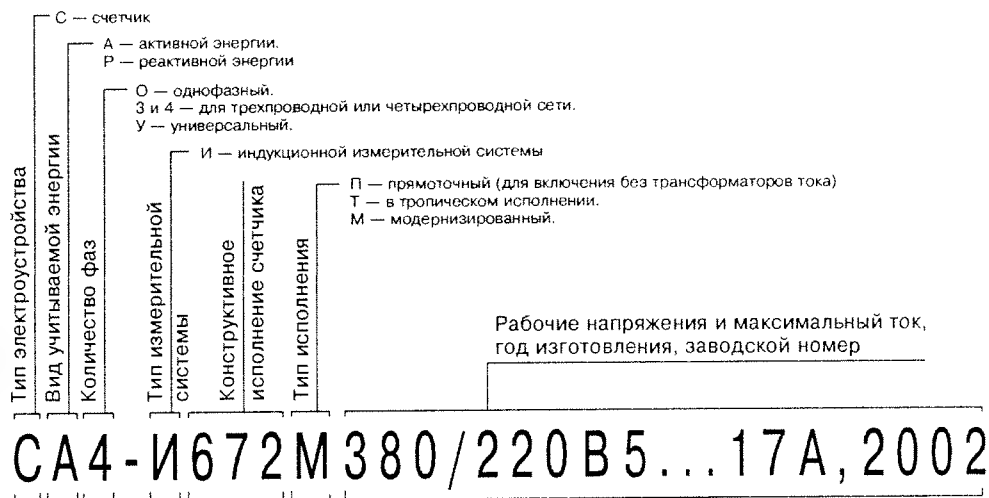
Назначение

Для учета потребленной электроэнергии предназначены **счетчики активной энергии** и для учета реактивной мощности — **счетчики реактивной мощности**. Счетчики предназначены для учета расхода электроэнергии в следующих типах сетей:

- в двухпроводных однофазных сетях;
- в трехпроводных трехфазных сетях без нулевого провода;
- в четырехпроводных трехфазных сетях с нулевым проводом.

Классификация и обозначения

Счетчики электрической энергии в зависимости от их конструкции, назначения и схемы включения изготавливают различных типов и маркируют буквами и цифрами.



Пример. Счетчик СА4-И672М 380/220 В 5...17 А, 2002 год — счетчик активной энергии трехфазный, индукционной измерительной системы, модернизированный на линейное напряжение 380 В, ток в сети 5...17 А, изготовлен в 2002 году.

О точности счетчиков

Точность измерительных приборов определяется так называемым **классом точности**. Наиболее распространенные квартирные счетчики имеют класс точности 2,5. Это значит, что совершенно исправный счетчик может учитывать на 2,5% больше или меньше его номинальной мощности.



Пример. Идеальный счетчик на 220 В, 5 А должен за 1 ч учесть: $220 \times 5 = 1100$ Вт·ч. Но, принимая во внимание класс точности, исправным нужно считать счетчик, учитывающий при тех же условиях: $1100 + (1100 \times 2,5) : 100 = 1127,5$ Вт·ч, и $1100 - (1100 \times 2,5) : 100 = 1072,5$ Вт·ч.

Исправный счетчик должен работать в пределах класса точности при допустимых перегрузках. При малых нагрузках точность показаний снижается, а при очень малых нагрузках диск исправного счетчика может не вращаться.

Особенности установки счетчиков

Счетчики должны быть непосредственного включения и иметь пломбу с клеймом госповерителя давностью на момент установки не более: трехфазные — 12 месяцев, однофазные — 2 лет. В жилых зданиях квартирного типа следует устанавливать один однофазный счетчик на каждую квартиру.

В жилых домах, принадлежащих гражданам на правах личной собственности, допускается установка трехфазных счетчиков по специальному разрешению энергоснабжающей организации, при этом на осветительную нагрузку устанавливается однофазный счетчик.

Подключение счетчиков в сеть производится в соответствии с принятой схемой (на внутренней стороне крышки зажимной коробки), соблюдая последовательность фаз. В сетях 220 В, в которых предусматривается длительная работа в режиме неравномерных нагрузок фаз, следует применять трехэлементные четырехпроводные счетчики.

Для измерения и учета количества электроэнергии в однофазных сетях напряжением 220 В применяются однофазные счетчики типов СО-И446, СО-5У и др., в трехфазных трехпроводных и четырехпроводных сетях используются счетчики серий СА3 и СА4, а также счетчики реактивной энергии серии СР. В настоящее время в домах наиболее распространены счетчики типа СО-И446. Им на смену приходят электронные счетчики.

Щиток счетчика

На щитке счетчика написаны:

- обозначение, например, для квартирных счетчиков СО-2, СО-5 и т.п., где буквы СО — счетчик однофазный;
- наименование единицы учета электроэнергии, например, киловатт-часы;

- номинальное напряжение, например, 220 В, ток, например, 5 А, частота — 50 Гц;
- максимальный ток, при котором погрешность учета не выходит из класса точности (см. ниже). Значения токов пишут в строчку.



Пример. На щитке написано 5-15 А. Это обозначает, что 5 А — номинальный, а 15 А — максимальный токи. В старых счетчиках значение максимального тока указано в скобках, например, 5 (15) А. Если максимальный ток не указан, то счетчик допускает двойную нагрузку по сравнению с номинальной.

- класс точности — арабские цифры в кружке, например, 2,5;
- передаточное число счетчика, например 1 кВт·ч = 1250 оборотов диска. Для удобства счета числа оборотов на ребре диска имеется метка. Стрелка у прорези диска указывает направление вращения (слева направо), при котором показания счетного механизма увеличиваются;
- номер счетчика и год его изготовления.

Схема включения счетчика расположена на обратной стороне коробки с зажимами.

Схемы включения счетчиков

Счетчики имеют измерительные токовые обмотки ОТ и обмотки напряжения ОН. Токовые обмотки однофазных счетчиков включаются в рассечку цепи непосредственно. Токовые обмотки трехфазных счетчиков в зависимости от номинального тока могут включаться в цепь непосредственно, либо через трансформаторы тока. Схемы включения счетчиков представлены на рис. 17.1.

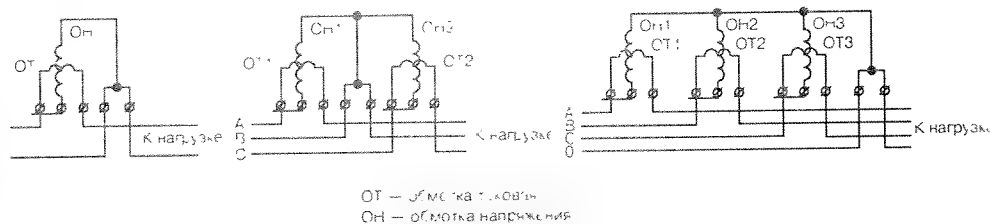


Рис. 17.1. Схемы включения счетчиков

Каким образом должен быть включен счетчик

На рис. 17.2 дан пример деления нагрузки в квартирах на группы и изображены два счетчика: общий — для всей квартиры и контрольный, учитывающий расход электроэнергии только двух комнат № 3 и 4. Подробная схема включения этих счетчиков приведена на рис. 17.3. Номера комнат, указанные на этой схеме, соответствуют рис. 17.2.

Общий счетчик учитывает расход электроэнергии во всей квартире, так как через его токовую обмотку 1 проходит ток всех потребителей. Контрольный счетчик учитывает расход только в комнатах № 3 и 4, так как через его токовую обмотку 2 проходит ток потребителей этих комнат.

Обратите внимание: через токовую обмотку счетчика обязательно должна проходить фаза. Предохранители могут быть заменены автоматическими выключателями по любому из вариантов (см. рис. 17.4). Предохранители, показанные штриховой линией, после контрольного счетчика, строго говоря, не нужны, но их обычно оставляют, так как они (или автоматические выключатели) уже имеются на стандартных квартирных щитках (см. рис. 17.2).

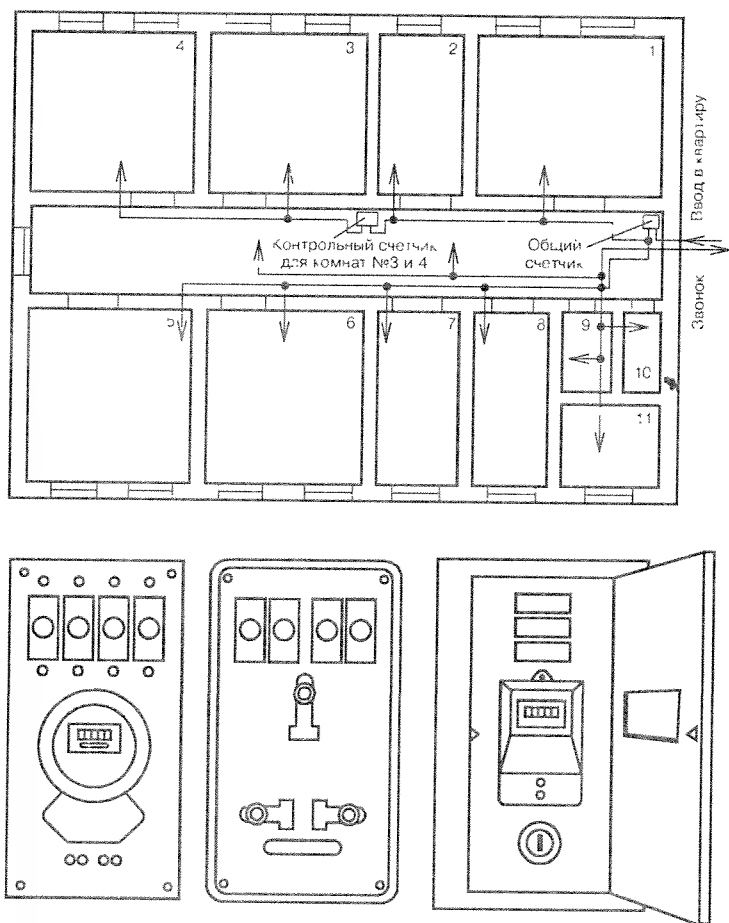


Рис. 17.2. Пример деления нагрузки в квартирах на группы. Примеры щитков

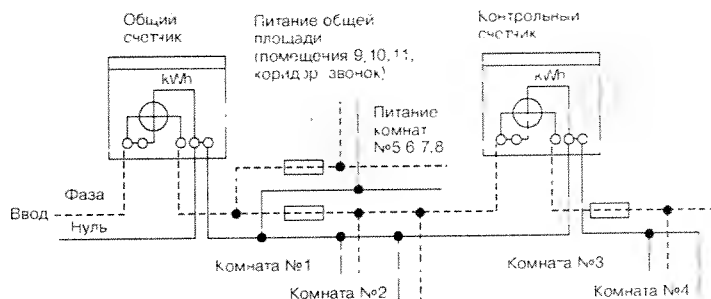


Рис. 17.3. Примеры включения счетчиков

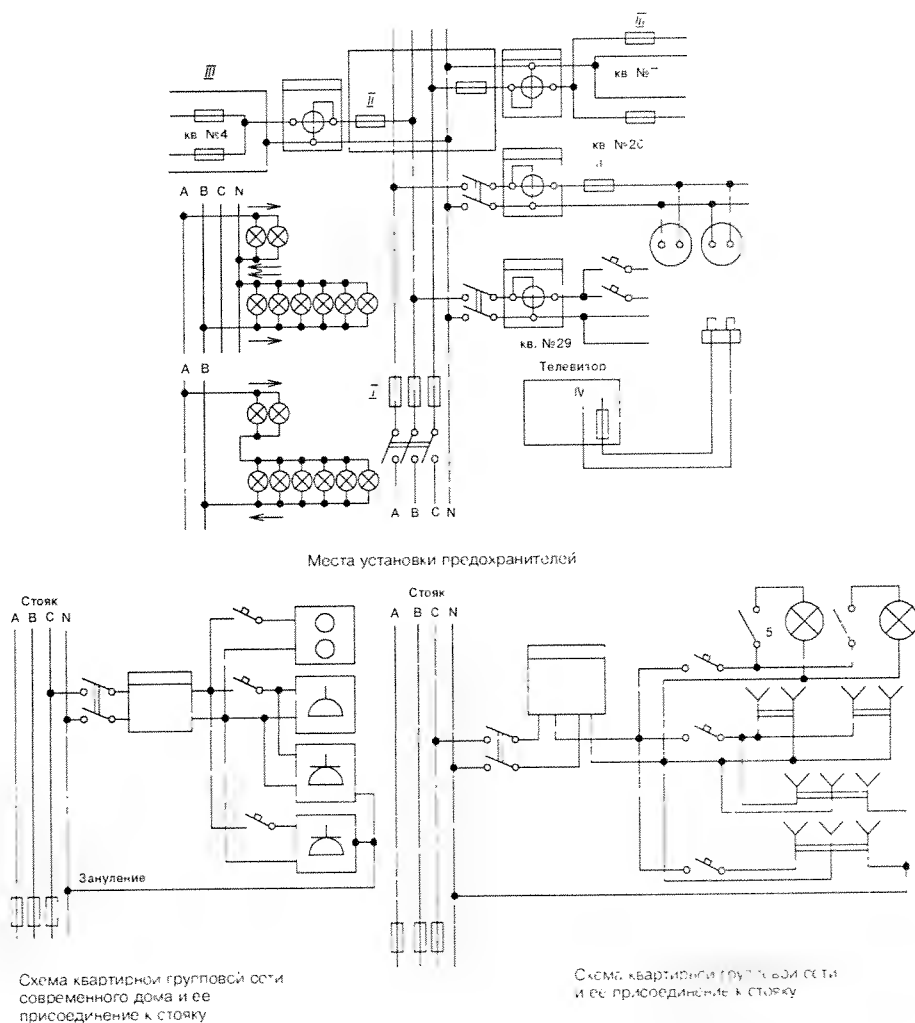


Рис. 17.4. Схемы квартирных электросетей со счетчиками

Технические характеристики индукционных счетчиков

Данные некоторых счетчиков приведены в табл. 17.1.

Таблица 17.1

Тип счетчика	Класс точности	Подключение токовой обмотки	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В
Однофазные счетчики активной энергии				
СО-И446	2,5	Непосредственно	10.. 30	127.. 220
СО-5У	2,5	Непосредственно	10...30	220
СО-ИБМ1	2,5	Непосредственно	10	220
Трехфазные счетчики активной энергии				
СА3-И681	1	Через трансформатор тока	Первичный 10...10000 Вторичный 5	220, 380
СА4-682	1	Через трансформатор тока	Первичный 10...10000 Вторичный 5	220, 380
СА4-И672Д	2	непосредственно	5, 10	220, 380
СА4-И672Д	1	Через трансформатор тока	Первичный 20...15000 Вторичный 5	220, 380
СА-ИБ60	2	Непосредственно	10	220, 380
СА4У-ИТ12	2	Через трансформатор тока	Вторичный 5	220, 380
Счетчики реактивной энергии				
СР-И637Д	3	Непосредственно	5, 10	220, 380
СР-И637Д	2	Через трансформатор тока	Первичный 20...15000 Вторичный 1,5 и 5	220, 380

Отличительные особенности счетчиков

Счетчики для однофазных сетей, или однофазные счетчики, применяются в основном на вводах в индивидуальные дома или в квартиры в многоквартирных домах. Схема счетчика показана на рис. 17.5.

Измерительная система индукционного счетчика содержит токовую обмотку, показанную толстой линией, и обмотку напряжения, показанную тонкой линией. По токовой обмотке проходит потребляемый ток, а обмотка напряжения подключается на напряжение между проводами сети. На счетчике имеются зажимы для присоединения проводов, идущих от сети питания, и проводов в сеть потребителя. На счетчике под стеклом на панели имеется прорезь для цифр счетного механизма и надписи о данных счетчика.

Обычно фазный провод присоединяется к зажиму 1, тогда нулевой должен присоединяться только к зажиму 3 (или 4), а не 2, потому что в последнем случае токовая обмотка окажется под напряжением, на которое она не рассчитана, и выйдет из строя.

Назначение зажимов следующее:

- вход — 1 и 3;
- выход — 2 и 4.

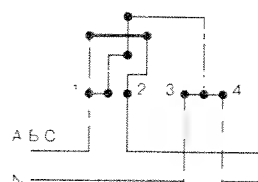


Рис. 17.5. Схема однофазного счетчика

Трехфазные счетчики применяются в электроустановках, где используется трехфазный ток, а также на вводе установок, где используется однофазный ток, но подводятся три фазы, например, в жилых домах и учреждениях. Обычно трехфазные счетчики не могут пропустить ток, потребляемый установкой, поэтому они применяются с трансформаторами тока. На рис. 17.6 показана схема счетчика, предназначенного для включения с трансформаторами тока в четырехпроводную сеть.

Как видно из схемы, токовые обмотки счетчика присоединяются ко вторичным обмоткам трансформатора тока через зажимы 1 и 3, 4 и 6, 7 и 9. Зажимы 1, 4, 7 присоединяются к фазам и к первым концам обмоток напряжения, вторые концы которых соединены вместе и присоединяются к нулевому проводу.

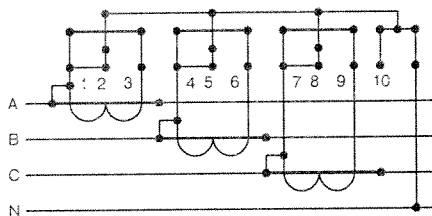


Рис. 17.6. Схема трехфазного счетчика

Могут быть трехфазные счетчики для непосредственного включения, а также счетчики для включения с трансформаторами напряжения. Счетчики непосредственного включения изготавливаются на ток 5, 10, 20, 30, 50 А, а счетчики с трансформаторами тока, у которых первичный ток может быть различной величины в пределах от 10 до 10 000 А. вторичный ток — 5 А, изготавливаются на ток 5 А.

Устройство и принцип действия однофазного индукционного счетчика

Алюминиевый диск может вращаться на оси 0, с которой через червячную и зубчатую передачи связан счетный механизм с цифрами, указывающими расход электроэнергии (рис. 17.7).

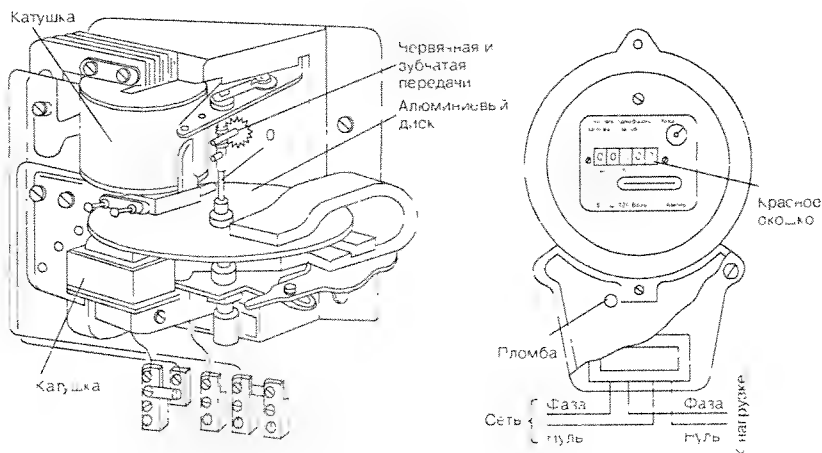


Рис. 17.7. Устройство и внешний вид однофазного индукционного счетчика

Так как счетчик должен учитывать **расход электроэнергии**, а он пропорционален произведению тока нагрузки I напряжения U , подведенного к нагрузке, и времени t , в течение которого нагрузка включена, то конструкция счетчика должна иметь элементы, автоматически перемножающие I , U и t . В общих чертах это достигается следующим образом. Диск счетчика в конечном итоге вращается за счет электромагнитных сил, которые создаются **катушками**.

Первая катушка включается в сеть последовательно и создает силу, пропорциональную току I . **Вторая** включается параллельно и создает силу, пропорциональную напряжению U . Поэтому частота вращения алюминиевого диска, расположенного между катушками, пропорциональна произведению $U \cdot I$.

Если нагрузка равна нулю, диск неподвижен и показания счетчика не изменяются. При нагрузке диск вращается, причем тем быстрее, чем больше нагрузка. Время t автоматически учитывается, потому что чем дольше вращается диск, тем больший путь совершается обоймами счетного механизма, а на них написаны цифры, которые видны в окошечке на крышке счетчика.

На обоймах написаны цифры 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Обоймы закрыты щитком, и мы в его окошечках видим только по одной цифре на каждой из них. Допустим, что алюминиевый диск счетчика начинает вращаться по стрелке, когда во всех окошечках видны нули. Наблюдая за счетчиком, мы увидим, как самый правый ноль поднимется и исчезнет, уступая место единице. Ее сменит двойка и т.д. А когда вместо девятки в окошечке снова появится ноль, то в соседнем окошечке слева окажется единица. Таким образом, полному обороту первого диска, считая справа, соответствует $1/10$ оборота второго диска, полному обороту второго — $1/10$ оборота третьего и т.д.

Число зубьев червячной и зубчатой передач подобрано таким образом, что счетчик отсчитывает, как правило, киловатт-часы (цифры в черных окошечках) и их доли (цифры в красном окошечке).

Определение расхода по данным счетчиков различных видов

Определение расхода электроэнергии за данный промежуток времени производится при счетчиках без трансформаторов тока вычитанием начального показания счетчика из конечного показания за данный промежуток времени.

Определение расхода электроэнергии за данный промежуток времени производится при счетчиках с трансформаторами тока — умножением этой разницы на коэффициент трансформации трансформатора тока, что можно представить формулами:

$$\mathcal{E} = P_K - P_H \text{ и } \mathcal{E} = (P_K - P_H) \cdot K_T,$$

где $\mathcal{E}$ — расход энергии, кВт·ч, P_K , P_H — конечное и начальное показание счетчика, K_T — коэффициент трансформации трансформатора тока.

Что можно определить по счетчику, кроме расхода электроэнергии

Во-первых, можно определить, имеются ли в данный момент где-нибудь в квартире включенные лампы или электроприборы. Если диск счетчика вращается, значит, имеются. Если неподвижен — все выключено.

Во-вторых, какой мощности приборы сейчас включены. Пользуясь секундной стрелкой часов, определим, за сколько времени диск совершит, например, 40 оборотов. Это легко сделать, так как на диске имеется зачерченная полоска, которая отчетливо видна в окошечке всякий раз, когда диск заканчивает один оборот и начинается следующий. Допустим, на 40 оборотов затрачено 75 с. Затем читаем на счетчике, например, «1 кВт·ч — 5000 оборотов» и составляем пропорцию, исходя из следующего.

Если при $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \cdot 3600 = 3\,600\,000$ ватт·секунд (Вт·с) совершается 5000 оборотов, а при X Вт·с — 40 оборотов, то $X = 3\,600\,000 \cdot 40 : 5000 = 28\,800$ Вт·с.

Зная, что 28 800 Вт·с израсходовано за 75 с, нетрудно определить мощность включенных приборов. Для этого достаточно $28\,800 : 75 = 384$ Вт.

В-третьих, какой ток проходит через счетчик. Разделив определенную только что мощность на номинальное напряжение сети, получим $384 \text{ Вт} : 127 \text{ В} = 3 \text{ А}$ (или $384 : 220 = 1,74 \text{ А}$).

В-четвертых, можно узнать по счетчику, не перегружена ли сеть. Зная, какое сечение имеют провода, идущие от счетчика, легко определить длительно допустимый через них ток, например, 20 А. Умножив этот ток на номинальное напряжение сети, узнаем, какая ему соответствует мощность. В данном примере это $20 \text{ А} \cdot 127 \text{ В} = 2540 \text{ Вт}$ (или $20 \text{ А} \cdot 220 \text{ В} = 4400 \text{ Вт}$). Задаемся каким-нибудь промежутком времени, например, 30 с, и, перемножив 2540 и 30, узнаем, что счетчик должен отсчитать $2540 \cdot 30 = 76\,200$ Вт·с. Пусть на счетчике написано «1 кВт·ч — 5000 оборотов».

Следовательно, при $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3\,600\,000$ Вт·с совершается 5000 оборотов, а при 76 200 Вт·с должно совершиться $76\,200 \cdot 5000 : 3\,600\,000 = 106$ оборотов. Итак, если провода не перегружены, то диск счетчика за полминуты делает не более 106 оборотов.

В-пятых, можно определить, не перегружен ли сам счетчик? Пусть на нем написано «5-15 А, 220 В, 1 кВт·ч = 1250 оборотов». Максимальному току соответствуют мощность $15 \cdot 220 = 3300$ Вт, расход электроэнергии за 30 с $3300 \cdot 30 = 99\,000$ Вт·с и $99\,000 \cdot 1250 : 3\,600\,000 = 34$ оборота диска. Значит, если за 30 с диск сделает не более 34 оборотов, то счетчик не перегружен.

В-шестых, можно рассчитать, сколько израсходовано электроэнергии на общую площадь коммунальной квартиры? Допустим, в большой квартире два расчетных счетчика, нагрузка между которыми распределена примерно поровну. Кроме того, каждая из пяти семей имеет контрольные счетчики. За месяц один общий счетчик отсчитал 125, другой 95 кВт·ч.

Значит, всего израсходовано $125 + 95 = 220$ кВт·ч. А контрольными счетчиками учтено $40 + 51 + 44 + 27 + 31 = 193$ кВт·ч. откуда следует, что на общую площадь израсходовано $220 - 193 = 27$ кВт·ч.

Условия надежной работы счетчиков и их ремонт

Счетчик должен обладать определенной **точностью**. Проверить ее можно только в электротехнической лаборатории, а право проверки и пломбирования счетчиков дано не всякой лаборатории. Однако есть признаки, по которым можно оценить работу счетчика и в домашних условиях.

При отключении нагрузки диск счетчика должен останавливаться, совершив не более одного оборота. Если же диск без нагрузки продолжает вращаться (под действием напряжения, поданного на зажимы его параллельной обмотки), значит, имеет место самоход — счетчик неисправен.

Самоход легче всего определить ночью, потому что ночью сеть мало нагружена и напряжение поэтому немного повышено. При проверке на отсутствие самохода иногда допускают ошибки:

- чтобы видеть счетчик, в коридоре включают свет, т.е. нагружают счетчик;
- забывают отключить радиоприемник и телевизор;
- оставляют включенным в сеть холодильник. А ведь электродвигатель холодильника может автоматически включиться в любой момент и нагрузить счетчик. Звонок при проверке отключать не нужно, так как создаваемая им нагрузка очень мала.

Жужжание счетчика, если оно не сопровождается самоходом, не является признаком неисправности.

Сильные искажения показаний счетчика также можно обнаружить в квартире. Первым их признаком служит повышенный счет за электроэнергию. В мае, например, было израсходовано 120 кВт·ч. В июне дни длиннее, кроме того, 12 июня выехали на дачу. И нетрудно прикинуть, что ожидаемый расход за июнь не должен превышать 60 кВт·ч. А счетчик, тем не менее, показал 95 кВт·ч, т.е. явно много.

Проверили самоход — самохода нет. Попробуем тогда поступить следующим образом. Включим лампы такой мощности, чтобы счетчик был нагружен примерно наполовину. Вычислим, сколько оборотов должен совершать диск, и, наконец, сравним фактическое число оборотов с вычисленным.



Пример

Пусть на счетчике написано: «5 А, 127 В, 1 кВт·ч — 5000 оборотов». Значит, полная нагрузка $5 \text{ А} \cdot 127 \text{ В} = 635 \text{ Вт}$. Для испытаний нужна примерно половина нагрузки, т.е. 300...350 Вт. Ее легко получить, включив люстру из пяти ламп по 60 Вт и настольную лампу на 40 Вт.

Итак, нагрузка $5 \cdot 60 + 1 \cdot 40 = 340$ Вт. Количество энергии, расходуемое за минуту, $340 \text{ Вт} \cdot 60 \text{ с} = 20\,400 \text{ Вт}\cdot\text{с}$. А если $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3\,600\,000 \text{ Вт}\cdot\text{с}$ соответствует 5000 оборотов, значит, при $20\,400 \text{ Вт}\cdot\text{с}$ должно совершиться $5000 \cdot 20\,400 : 3\,600\,000 = 28$ оборотов.

Допустим, что диск за 1 с совершил 40 оборотов, т.е. больше, чем следует, в $40 : 28 = 1,43$ раза. Значит, счетчик **явно завышает показания**.

В завершении скажу о **требованиях к устройствам**, содержащим счетчики. Они должны устанавливаться в сухих помещениях, не содержащих агрессивных примесей в воздухе, с температурой в зимнее время не ниже 0°C .

Счетчики не разрешается устанавливать в помещения, где температура часто может быть выше $+40^\circ\text{C}$. В зимнее время разрешается подогрев счетчиков электрическими нагревателями, но так, чтобы температура у счетчиков была не выше $+20^\circ\text{C}$.

Осмотр и ремонт счетчиков допускается производить лицам и организациям, уполномоченным на это. Некоторые отказы счетчиков приведены в табл. 17.2.

Примеры отказов счетчиков

Таблица 17.2

Причина	Устранение
Не вращается счетный механизм	
Диск зажимается выдавленным стеклом счетчика	Приклеить стекло, сняв крышку корпуса
Нарушение контактов в зажимах присоединения счетчика	Переделать зажимы
Механизм вращается при отсутствии нагрузки — самоход счетчика	
Неисправности внутри счетчика	Счетчик сдать в ремонт
Диск вращается с перерывами, треск внутри счетчика	
Окисление слабых зажимов присоединения проводов к счетчику	Зачистить зажимы на счетчике или переделать зажимы, откусив плоскогубцами окисленные концы проводов
Сгорание изоляции катушек счетчика	
Перегрузка счетчика	Счетчик сдается в ремонт
Неправильное присоединение к счетчику	
Перенапряжения, в том числе грозовые	

Микропроцессорные многотарифные счетчики

Учет электроэнергии в современных условиях

Особенности отечественной системы учета

В последние годы у потребителей появилась возможность приобретать по более низкой стоимости современные измерительные приборы — счетчики, осуществляющие регистрацию энергопотребления по тарифным зонам. Это микропроцессорные, полностью электронные приборы, которые совмещают в одном корпусе функции одного или двух индукционных счетчиков.

Основными преимуществами этих приборов являются:

- высокая надежность и точность (классы точности 0,2; 0,5; 1,0; 2,0);
- малая чувствительность к изменениям температуры окружающей среды (они работают в интервале температур от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$);
- возможность передачи информации по цифровым и импульсным каналам;
- учет электроэнергии по тарифным зонам.

Счетчики могут измерять как **активную**, так и **реактивную энергию**. В них заложена также возможность автоматического пересчета электроэнергии на первичную сторону, т.е. с учетом коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Эти счетчики по своим внутренним часам осуществляют переключение тарифных зон в соответствии с заданным расписанием. Всего возможно задание от одной до четырех тарифных зон. В процессе работы любой такой счетчик учитывает электроэнергию, разбивая ее по тарифным зонам.

В приборах предусмотрена возможность автоматического перехода на летнее и зимнее время. Учет электроэнергии по тарифным зонам осуществляется, соответственно, по летнему или зимнему времени.

Имеется возможность задания режимов выходных и праздничных дней, что тоже выгодно энергопотребителям, если в указанные дни используется льготный тариф по отношению к рабочим дням.

Вся коммерческая информация снимается непосредственно с жидкокристаллического индикатора счетчика, считывается по оптическому порту счетчика или по цифровому интерфейсу.

Помимо разбиения потребленной электроэнергии по тарифным зонам, счетчиком фиксируется максимальная мощность за расчетный период, например, за месяц, на 30-минутном отрезке времени в каждой тарифной зоне с указанием даты и времени фиксации максимальной мощности. Часто это может быть полезным в случае возникновения спорных ситуаций с энергоснабжающей организацией.

За потребленную электроэнергию 95% потребителей рассчитываются по приборам, в отличие, например, от потребителей тепловой энергии или воды, где оснащенность приборами учета гораздо меньше. Но и здесь, по мнению экспертов, проблемы будут в ближайшее время только нарастать.

Как известно, в области электроэнергетики существует **субсидирование бытовых потребителей за счет промышленности** — граждане платят за электроэнергию в 2-3 раза меньше себестоимости ее производства. В ближайшее время в рамках проведения реформы жилищно-коммунального хозяйства такой подход будет ликвидирован.

Сегодня население потребляет 12...14% всей электроэнергии страны. В то же время только 5...7% в денежном балансе энергокомпаний составляет стоимость электроэнергии, отпускаемой населению.

Такой низкий процент в денежном балансе позволяет энергокомпаниям использовать для собирания денег **систему самообслуживания**, которой нет в любом другом государстве, где доля платежей населения намного выше. Когда доля в платежном балансе населения поднимется до уровня 12...14% в среднем по стране даже при оплате по себестоимости, а тем более достигнет критической величины 20%, тогда компаниям придется принимать специальные меры по сбору денег от населения. А к такому сценарию развития пока никто не готов.

Электросчетчики и тарифы

Сегодня в России эксплуатируется более 20 млн. электросчетчиков низкого класса, парк которых устарел. Системы дистанционного снятия показателей широко не используются. Тарифная система примитивна. А вот в развитых странах действуют блочные или ступенчатые тарифы, составленные с учетом положения различных социальных слоев населения — стоимость электроэнергии увеличивается с ростом удельного потребления на одного человека. Кроме того, тарифные ставки дифференцированы в зависимости от того, в какое время суток потребляется электроэнергия. У нас широкого опыта в применении дифференцированных тарифов нет. Ввести их, не изменив систему самообслуживания, проблематично.

Устанавливается социальная норма потребления на 1 гражданина, например, 100 кВт, за которые потребитель платит цену ниже себестоимости в 2 раза.

При потреблении, допустим, от 100 до 200 кВт потребитель платит по себестоимости, а уже свыше 200 кВт — в 8 раз выше себестоимости электроэнергии.

Система блочных тарифов дает возможность дотировать потребление электроэнергии социально незащищенными слоями общества за счет обеспеченных, а энергокомпаниям — получать оплату за электроэнергию не ниже себестоимости. При отказе от системы самообслуживания потребуется модернизировать систему приборного парка электросчетчиков, создать систему дистанционного снятия показаний с них, а также внедрить автоматизированную систему учета и контроля бытовых потребителей. Первые шаги в этом направлении уже делаются.

Вновь возведенные дома, а также дома после капремонта оснащаются **автоматизированной системой учета потребления**. В новом издании «Правил устройства электроустановок...» по настоянию Госэнергонадзора включена рекомендация оснащать жилые здания системами дистанционного снятия показаний электросчетчиков. РАО ЕЭС разработала концепцию развития учета электроэнергии, потребляемой в быту. Проводятся работы по массовой замене старых изношенных электросчетчиков и внедрению автоматизированных систем учета.

Уже разработаны и серийно производятся на заводах электронизмерительной техники современные автоматизированные системы учета электропотребления **с передачей показателей потребления по силовой сети**. На Западе такие системы уже давно активно внедряются. На европейских научно-практических конференциях около трети докладов обычно посвящено проблемам передачи показателей электропотребления по силовой сети.

Кроме того, интересна и заслуживает изучения тарифная политика, действующая за границей. В развитых европейских странах оплата за электроэнергию исчисляется по более чем десяти различным вариантам тарифов:

- стоимость одного киловатт-часа меняется несколько раз в день; в выходные дни расценки отличаются от тех, которые действуют в рабочие дни; причем — субботний и воскресный тарифы имеют свои особенности;
- установлены сезонные тарифы, различающиеся по регионам, и т.д.

Двухтарифная система учета потребляемой электроэнергии

В Санкт-Петербурге с января 1999 г. действует двухтарифная система учета потребленной электроэнергии. Переход на эту систему дал потребителю определенную выгоду. Это особенно актуально в связи с появлением в наших квартирах энергоемких приборов.

Двухтарифная система — это отдельный учет потребляемой электроэнергии по времени суток: дневной (с 7.00 до 23.00) и ночной (с 23.00 до 7.00). Такая система оплаты снижает расходы, так как ночью электричество дешевле.

Для начала такого учета необходимо установить в квартире или на даче, например, электронный многотарифный счетчик марки ЭЭ8003, который учитывает потребляемую электроэнергию отдельно по времени суток. «Про-

грамма ресурсоэнергосбережения России», утвержденная Правительством РФ, предусматривает переход от двухтарифной системы к многотарифной.

Тогда экономичный тариф будет действовать в выходные и праздничные дни круглосуточно. Такая система оплаты действует уже в ряде городов России. Не следует забывать и такой момент, что устаревшие модели счетчиков — индукционные, имеют большую погрешность измерения. И вполне возможно, что потребитель платит даже больше, чем на самом деле потребляет электроэнергию.

Трехзонные тарифы для промышленных потребителей

Для обеспечения более равномерного потребления электроэнергии промышленными потребителями, постановлением Федеральной энергетической комиссии (ФЭК), с октября 1997 года введены **трехзонные тарифы**.

Это Постановление в определенной степени должно стимулировать потребителей электроэнергии снижать потребление в часы максимальных нагрузок и увеличить потребление в менее загруженные часы суток, используя разные тарифные ставки за потребленную электроэнергию в зависимости от времени суток.

Ведь потребление электроэнергии в энергосистемах в течение суток не равномерно и имеет, как правило, три режима: режим малого потребления, режим среднего потребления и режим максимального потребления электроэнергии. В соответствии с этими режимами электропотребления, сутки разбиваются на следующие зоны:

- зона минимального потребления электроэнергии — часы ночной тарифной зоны;
- зона среднего потребления электроэнергии — часы полупиковой тарифной зоны;
- зона максимального потребления электроэнергии — часы пиковой тарифной зоны.

Как правило, выделяются **часы утреннего и вечернего максимального потребления** (утренняя и вечерняя пиковые зоны). Загрузка генерирующих мощностей в часы максимума в несколько раз выше, чем в часы ночного минимума.

Одной из главных причин введения дифференцированных тарифов является стремление к выравниванию графика нагрузки в энергосистемах, что позволяет откладывать ввод новых генерирующих мощностей за счет уменьшения потребления электроэнергии в часы максимума.

Для этого необходимо, чтобы потребители электроэнергии изменили графики электропотребления собственного производства, т.е. перевели энергоемкие производства из зон максимального потребления электроэнергии в зоны среднего и минимального потребления. Это будет возможно только в том случае, если потребителю это будет экономически выгодно.

В России с декабря 2000 г. введены новые тарифные ставки. Например, для МОСЭНЕРГО стоимость кВт·ч по трем дифференцированным тарифным зонам определены следующие расценки:

- пиковая тарифная зона — 53 коп. за кВт·ч;
- полупиковая тарифная зона — 29 коп. за кВт·ч;
- ночная тарифная зона — 11 коп. за кВт·ч.

Расписание тарифных зон. т.е. включение того или иного тарифа для учета электроэнергии определяется Региональными энергетическими комиссиями. Из приведенного выше соотношения тарифных ставок видна возможность получения существенной экономии средств потребителя электроэнергии при переходе на расчет по дифференцированным тарифам.

Осуществление перехода на расчет по дифференцированным тарифам требует замены существующего парка приборов учета на потребительском рынке.

В последние годы, совершенствование измерительных приборов и одновременное снижение их стоимости, позволило потребителям приобретать счетчики, осуществляющие регистрацию энергопотребления по тарифным зонам.

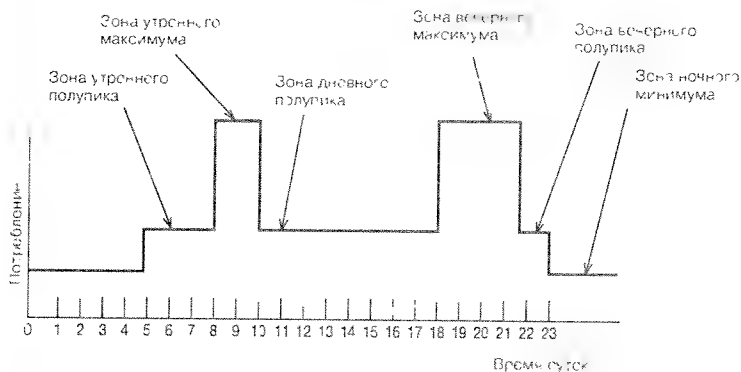


Рис. 18.1. Примерное распределение тарифных зон по времени суток

Учет электроэнергии микропроцессорными счетчиками

Рассмотрим современную организацию учета с использованием микропроцессорных счетчиков электроэнергии. Они позволяют повысить точность учета, перейти на расчет за потребленную электроэнергию по дифференцированным тарифам и по фактическому потреблению мощности, автоматизировать процесс коммерческого учета и начать управлять нагрузкой.

Внедрение современных микропроцессорных счетчиков, благодаря их высокой точности 0,2S и 0,5S, позволяет получить более достоверную информацию об энергопотреблении. А это значит точное сведение балансов, нахождение потерь и выявление неучтенных потребителей. Только на этом экономия может составить до 2...5%.

Современный микропроцессорный счетчик — это фактически компьютер, установленный в точке учета. Он не только измеряет активную и реактивную электроэнергию в двух направлениях, но фиксирует дату и время максимальной нагрузки для каждой тарифной зоны. После считывания информации со счетчика в компьютер строится график потребления активной энергии.

Предприятие и энергосистема строят **графики нагрузки** каждого участка, цеха или производства за день, неделю или месяц. Анализ графиков и определение совмещенного максимума показывает, как надо скорректировать технологический режим работы. Это поможет в несколько раз снизить потребляемую мощность в часы пиковых нагрузок энергосистемы.

Установка современных счетчиков позволит избежать штрафов за превышение заявленной мощности. Например, счетчик АЛЪФА **может сигнализировать** о превышении заданного порогового значения мощности. Этот сигнал может использоваться как предупредительный, или для отключения нагрузки. Оперативный контроль за режимом энергопотребления позволит вовремя обнаружить и не допустить превышения заявленной мощности и избежать штрафов.

Можно организовать **контроль качества электроэнергии**. К примеру, все новые счетчики серии АЛЪФА имеют возможность измерять и контролировать ряд параметров электроэнергии, такие как: текущие значения фазных токов, напряжений, частоту сети и коэффициент мощности, фиксировать в памяти и сигнализировать о выходе параметров за пределы уставок.

Установка современных счетчиков электроэнергии — это первый этап по построению автоматизированной системы контроля учета энергоресурсов (АСКУЭ) всего предприятия. Для работы в АСКУЭ счетчики серии АЛЪФА имеют как цифровые (ИРПС токовая петля, RS232, RS485), так и импульсные интерфейсы связи.

Система АСКУЭ позволяет, не выходя из кабинета, при помощи компьютера собрать все данные со счетчиков, провести анализ потребления, сделать прогноз и подготовить отчеты, необходимые для осуществления платежей. Автоматизация сбора данных со счетчиков и взаимных расчетов энергоснабжающими организациями позволяет повысить эффективность этих работ при меньших временных, денежных и людских затратах.

Современные технологии учета электроэнергии проверены и признаны во всех регионах России и СНГ. Полученный опыт показал правильность применяемых инженерных решений и широкие возможности систем АСКУЭ, выполненных на принципах цифровой передачи данных со счетчиков.

Отсутствие подвижных деталей, современная элементная база обеспечивают надежную и не требующую ремонта работу микропроцессорных счетчиков. Это подтверждается длительной эксплуатацией таких приборов в России и других странах. Например, счетчики АЛЪФА имеют максимальный среди других производителей температурный диапазон работы: от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Это особенно важно в России, с ее суровым зимним климатом. Ведь зачастую счетчики стоят в неотапливаемых помещениях.

Отечественные производители электронных счетчиков

В настоящее время производится широкая гамма трехфазных электронных и микропроцессорных электросчетчиков, позволяющих использовать их в системах автоматизированного учета.

Высокую надежность (средний срок службы 24 года) имеет счетчик электронный однофазный **многотарифный ЭЭ8003/2 (ПО «Электроизмеритель»)**. Расход энергии измеряется по четырем тарифам с отдельным тарифом для выходных дней и отдельным тарифом для часов «пик». Сертифицирован: Россия, Беларусь, Украина, Казахстан. Предполагает использование интерфейса RS-485.

Специалистами **НПО «Симметрон»** по техническому заданию Энергосбыта ОАО «Ленэнерго» разработан многотарифный электронный однофазный счетчик электроэнергии типа ЦЭ2706.

Прибор отличается высокой надежностью, точностью измерения, может работать в составе АСКУЭ любой конфигурации, совместим с многофункциональным прибором энергетика ПЭМ.

Полный номенклатурный ряд средств измерения, необходимых для установки в квартирах, выпускает петербургское предприятие **АО «ЛЭМЗ»** — ЦЭ2726, ЦЭ2727, Ф669.

Электросчетчики завода имеют стандартные габаритно-установочные размеры и поэтому при замене старых устройств на новые проблем не возникает.

В Санкт-Петербурге рекомендуется использовать электронные счетчики, запрограммированные на два тарифа, Ленинградского электромеханического завода (ЛЭМЗ) и витебского завода «Электроизмеритель». Цена их — 1725 и 1900 рублей, соответственно.

В настоящее время заводы и предприятия РФ производят широкую гамму трехфазных электронных и микропроцессорных электросчетчиков, позволяющих их использовать в системах АСКУЭ. Основными изготовителями являются:

Концерн «Энергомера» (г. Ставрополь) выпускает электронные электросчетчики активной электроэнергии в одном и двух направлениях: кл. 0,2 (ЦЭ6808В), кл. 0,5 (ЦЭ6805В), кл. 1,0 (Ф68700В) и микропроцессорные: ЦЭ6822, ЦЭ6823, ЦЭ6850 класса 0,5 и 1,0. Электронные электросчетчики имеют числоимпульсный, а микропроцессорные — и цифровой интерфейс.

СП АББ ВЭИ «Метроника» (г. Москва) выпускает высококачественные многофункциональные микропроцессорные электросчетчики серий АЛЬФА, А2 АЛЬФА Плюс, ЕвроАЛЬФА кл. 0,2S, 0,5S, 1,0. Все они имеют числоимпульсный и цифровые (ИРПС, RS-232, RS-485) интерфейсы.

Мытишинский электротехнический завод (Московская обл.) производит электронные электросчетчики ПСЧ-4, СЭТА-1 кл. 0,5, СЭТА-1 и СЭТР-1 кл. 1,0, снабженные числоимпульсным интерфейсом.

Нижегородский завод им. Фрунзе производит электронные электросчетчики ПСЧ-4ПА, ПСЧ-4-1 кл. 0,5 с числоимпульсным интерфейсом и микропроцессорные электросчетчики ПСЧ-4ТА, СЭТ-4ТМ кл. 0,5 с числоимпульсным и цифровым интерфейсом (RS-485).

Государственный Рязанский приборный завод выпускает электронные электросчетчики СЭТ3а-01, СЭТ3а-01П кл. 0,5; 1,0; СЭТЗр-01-09 кл. 1,0, последний — для измерения активной и реактивной электроэнергии в одном корпусе. Все электросчетчики имеют числоимпульсный интерфейс с двумя гальванически развязанными выходами.

Все выпускаемые заводами микропроцессорные электросчетчики имеют встроенные часы и память для запоминания графика мощности и других параметров и позволяют вести многотарифный учет.

Российские производители электросчетчиков полностью удовлетворяют спрос **систем АСКУЭ** как по классам точности, так и по своим функциональным и техническим возможностям.

К недостаткам следует отнести отсутствие унификации протоколов и циклов доступа к информации микропроцессорных электросчетчиков. Производители микропроцессорных электросчетчиков излишне увлечены многофункциональностью, в т.ч. показателями качества и многотарифностью, при этом набор параметров для пользователей оказывается избыточен, а для целей АСКУЭ недостаточен.

Многотарифные счетчики Украины и Белоруси

Некоторые потребители обратили внимание на украинские **счетчики «ОБЛК»**, в которых реализована принципиально новая технология дискретных измерений системы трехфазных токов и напряжений, получившая название «принцип двойного сканирования». Эта технология измерений позволяет полностью устранить погрешности, связанные с неодновременностью замеров.

На базе таких счетчиков можно эффективно реализовать автоматизированную систему диспетчерского управления режимами энергопотребления предприятий. Применение счетчика этой марки в качестве автоматизированной системы диспетчерского управления режимами энергопотребления предприятий позволяет получить экономию за счет увеличения точности измерения приблизительно на 1,5%; за счет оперативного управления энергопотоками — приблизительно на 5%; за счет расчетов по тарифам, дифференцированным по времени суток, — приблизительно на 12%.

В качестве датчика приращения электроэнергии в информационно-измерительных системах учета электроэнергии Минский электромеханический завод рекомендует использовать свои изделия, например, счетчик СО-ЭЭ610. Модель предназначена для учета потребляемой активной электрической энергии в однофазных двухпроводных цепях переменного тока. Высокая электропрочность изоляции его телеметрического и поверочного выходов

защищает обслуживающий персонал и оборудование от пробоя в работе. В приборе обеспечена защита от хищения электрической энергии по постоянной составляющей в цепи тока.

Многотарифные счетчики зарубежного производства

Из зарубежной техники следует остановиться на счетчике **ION-8500**, являющемся совместной разработкой концерна АBB и канадской компании **Power Measurement**. Счетчики предназначены для измерения активной и реактивной энергии и мощности в двух направлениях с классом точности 0,2S.

По некоторым оценкам, на сегодняшний день это довольно совершенный счетчик, имеющий мощную микропроцессорную систему, увеличенную память до 4 МБ для хранения до 320 измеренных параметров, два цифровых интерфейса для одновременного удаленного доступа к счетчику из 2 различных мест, гибкую тарифную систему. Измерительный прибор отвечает всем требованиям современного рынка электроэнергетики.

Счетчики измеряют энергию и мощность в двух направлениях, высшие гармоники до 63 включительно, ток в нулевом проводе и проводят расчеты для компенсации потерь в трансформаторе. В наибольшей степени отвечают требованиям ГОСТ 13109-97 и могут использоваться не только для целей учета электроэнергии, но также для целей аудита качества электроэнергии.

Технология ION выводит анализ и контроль качества электроэнергии на новый уровень. Счетчики этой серии анализируют все (кроме фликера) параметры качества электроэнергии и работы сети. Этот счетчик является интеллектуальным прибором нового поколения, который не только анализирует параметры электроэнергии, но контролирует их и сигнализирует обо всех изменениях и отклонениях параметров сети от нормальных допусков. Приборы могут использоваться также и в качестве аварийного осциллографа с разрешающей способностью до 160 мкс для фиксации (записи) параметров во время аварии. К приборам нового поколения относятся также приборы учета потребления энергии: M2X, Centron MC3, Indigo+, SL7000. **Электронные счетчики серии Indigo+** — одна из самых новых разработок компании «Шлюмбергер».

Многофункциональные счетчики электроэнергии, обладающие максимальной универсальностью применения, разработаны для удовлетворения растущих потребностей как энергоснабжающих организаций, так и конечных потребителей электроэнергии.

Для предотвращения аварийных ситуаций и попыток хищений электроэнергии счетчик располагает набором специальных функций. Благодаря расширенным коммуникационным возможностям и открытости протоколов информационного обмена счетчик легко встраивается в информационно-измерительные системы АСКУЭ. Счетчики изготавливаются в соответствии с классом точности 0,5S или 1.0.

Многофункциональные трехфазные счетчики электрической энергии нового поколения **серии SL7000** представляют собой программируемые электронные приборы, позволяющие, помимо измерений параметров энергопотребления, проводить ряд дополнительных измерений качества электрической энергии.

Счетчики обладают расширенными функциональными возможностями, позволяющими организовывать многотарифный учет электроэнергии на предприятиях энергетики и промышленности, автоматическое считывание и архивацию расчетных параметров. Счетчики серии SL7000 изготавливаются в соответствии с классом точности 0,2S, 0,5S или 1,0.

M2X — новый однофазный счетчик активной электроэнергии (кВт·ч) класса точности 2,0. Прибор предназначен для учета потребления активной электроэнергии в двухпроводных цепях переменного тока. Имеет улучшенную конструкцию отсчетного устройства и полностью отвечает требованиям стандарта МЭК 521 и ГОСТ 6570. Конструкция счетчика разработана с учетом необходимости работы в сложных условиях эксплуатации. Счетчик может иметь двухтарифное отсчетное устройство, управляемое по сигналу внешнего тарификационного блока.

Centron MC3 — новый трехфазный электронный счетчик активной электроэнергии (кВт·ч) класса точности 2,0 или 1,0. Имеет вывод информации в стандартные системы АСКУЭ, отсчетное устройство барабанного типа и защиту от хищений электроэнергии. Измерительный прибор предназначен для учета потребления активной электроэнергии. Также разработан для сложных условий эксплуатации. Полностью соответствует требованиям МЭК 61036. Может иметь двухтарифное отсчетное устройство, управляемое по сигналу внешнего тарификационного блока.

Системы учета энергоресурсов

Современные системы коммерческого учета (а в последнее время и технического учета) для дистанционного получения информации со счетчиков используют **цифровые интерфейсы**. С помощью достаточно дешевых устройств и компонентов можно построить практически любую систему коммерческого или технического учета электроэнергии.

К таким устройствам относятся:

- мультиплексор-расширитель МПП-16 2М — сопряжение интерфейса RS232 и 16 каналов ИРПС «Токовая петля»;
- адаптер АББ-01 — преобразователь интерфейса RS232 в 2 канала ИРПС «Токовая петля», позволяющий подключить к системе до двух счетчиков на расстоянии до 300 метров;
- адаптер АББ-02 — преобразователь интерфейса RS232 в интерфейс RS485, позволяющий подключить к системе до четырех счетчиков на расстоянии до 400 метров.

Все более широкое распространение получают гибридные системы АСКУЭ, позволяющие одновременно собирать информацию как по цифровым каналам счетчиков, так и по импульсным каналам, например, семейство АСКУЭ типа RTU.

Прибор энергетика многофункциональный ПЭМ (ООО НПП «МАРС-ЭНЕРГО») предназначен для построения систем автоматизированной обработки данных с применением электронных счетчиков и приборов, имеющих интерфейс для вывода данных в цифровом виде (RS232, RS485, оптический IEC 1107) при отсутствии линий связи с центром обработки данных. Прибор имеет сертификат Госстандарта. ПЭМ обеспечивает совместную работу со счетчиками **АЛЬФА**, **ЕвроАльфа**, **Альфа Плюс**, **ЦЭ6827**, **ЦЭ6850**, **СЭТ-4ТМ**, **ПСЧ-4ТА**, **ПСЧ-3ТА**, сумматорами **СМ-01**. В ПЭМ установлены три уровня доступа к функциям. Уровень доступа задается вводом соответствующего пароля при включении ПЭМ.

В системе учета важной задачей является возможность отслеживания поступления денежных средств за потребленную населением электроэнергию. Для этих целей ЗАО «Симметрон Промсервис» (Санкт-Петербург) разработал автоматизированную систему учета электроэнергии на основе **смарт-карт «КРЕДО-СМАРТ 500»**. В системе используются дешевые смарт-карты с открытой памятью.

Каналы связи

Особый интерес вызывают каналы связи, по которым может передаваться коммерческая информация об энергопотреблении. Каналы связи, предназначенные для передачи информации от АСКУЭ субъектов оптового рынка, должны удовлетворять требованиям по пропускной способности, надежности и иным эксплуатационным характеристикам. Они могут быть построены на основе цифровых, аналоговых, спутниковых, радио- или сотовых систем связи.

Технические характеристики каналов должны обеспечивать скорость передачи информации в канале не ниже 24 Кбит/с при коэффициенте надежности канала 0,9. При использовании сотовых систем связи допускается работа на скорости 9,6 Кбит/с, а при использовании спутниковой системы «Гонец» работа на скорости, определенной для этой системы.

Однако обмениваться информацией можно и по обычным электрическим силовым сетям. Системы подобного рода довольно широко распространены в Европе. Специалистами ГНЦ ЦНИИ РТК (Санкт-Петербург) разработан **электромодем ЭМ-10**, предназначенный для передачи цифровой информации по существующим линиям электросети 220 В/380 В 50 Гц. Электросетевой модем может использоваться для автоматизации сбора показаний, в частности, счетчиков электроэнергии.

Ресурсо- и энергосбережение по мере роста стоимости энергоносителей становится все более важной задачей как для коммерческих и государственных предприятий, так и для рядовых потребителей электроэнергии. Главным методом решения этой проблемы является внедрение современных приборов учета.

Использование электронных счетчиков позволяет отказаться от оплаты по расчетным показателям потребления и оплачивать только реально полученную электроэнергию. Современные интеллектуальные счетчики можно интегрировать в единую информационную систему, позволяющую вести учет энергопотребления автоматически, в том числе — в случае применения оборудования, регулирующего режим работы энергосетей.

Автоматизированная система контроля и учета

Для чего нужен автоматизированный учет и контроль электроэнергии

Проходят времена, когда учет расхода электроэнергии был индивидуальным делом каждого потребителя. Заполнил листок — заплатил.

Много еще есть умельцев, заставляющих счетчик вращаться медленнее или вообще вращаться в противоположную сторону. Этим они не только воруют у государства, но и подвергают риску жизни соседей, бросая провод на трубу отопления или водопровода. Теперь этому дикому периоду приходит конец. Внедряются умные электронные счетчики, которые позволяют по линиям связи непрерывно передавать данные в центр учета.

Для примера рассмотрю одну из таких систем автоматизированного учета. Автоматизированная система контроля и учета энергопотребления бытовых потребителей (АСКУЭ БП) — совместная разработка Энергосбыта Мосэнерго и Московского завода электроизмерительных приборов. Система успешно устанавливается в Москве и регионах, является инструментом для введения многотарифной оплаты за энергоресурсы [139].

Система обеспечивает:

- автоматическое измерение и накопление величины потребленной электроэнергии по нескольким тарифам (КТС «ЭМОС-МЗЭП»);
- сбор и контроль данных энергопотребления («Баланс»), контроль технического состояния КТС и выявление хищений электроэнергии;
- учет потребления электроэнергии по каждому абоненту («Учет»);
- расчет платежей, выписку счетов и контроль оплаты («Сбыт»).

Цель, актуальность и новизна проекта

В настоящее время в Мосэнерго решаются задачи автоматизации учета потребления электроэнергии и контроля прохождения платежей коммунально-бытового сектора Москвы.

Важной социальной задачей является широкое внедрение многотарифного отпуска электроэнергии, что дает возможность населению экономить средства на оплату, перераспределяя потребление электроэнергии на ночное

время суток с минимальным тарифом, и в то же время применять повышенный тариф к потребителям с значительным электропотреблением.

Для Мосэнерго важной задачей является обеспечение своевременных и правильных платежей за электроэнергию и другие коммунальные услуги.

Для решения этих задач разработана и успешно внедряется с 1998 года автоматизированная система контроля и учета энергопотребления (АСКУЭ БП) на базе информационно-измерительного комплекса (ИИК) «ЭМОС-МЗЭП». Дальнейшее развитие технических средств и программного обеспечения позволило создать на основе этого комплекса автоматизированную систему коммерческого учета и оплаты потребления энергоресурсов.

Основной особенностью и главным отличием этой системы от существующих систем учета является **использование внутридомовой силовой сети для сбора данных от счетчиков** и управления переключением тарифа в электро-счетчиках, что позволяет автоматизировать учет и контроль энергоресурсов и воды не только во вновь строящемся жилье, но и в домах старой постройки, где прокладка кабелей между этажами практически невозможна, а также в коттеджах и сельских поселках. АСКУиОПЭ состоит из двух подсистем: системы сбора данных потребления энергоресурсов и системы учета, контроля и проведения платежей.

Назначение и основные характеристики системы

Система обеспечивает:

- дистанционный многотарифный учет и контроль потребления энергоресурсов бытовых и мелкомоторных потребителей городского и сельского жилого сектора;
- предоставление абонентам энергосети достоверной и достаточной информации для правильной и своевременной оплаты за электроэнергию и другие ресурсы для оптимизации электропотребления при многоставочном тарифе;
- автоматизированный расчет потребления и выписка электронных счетов абонентам для оплаты потребленных ресурсов (коммунальных платежей) с использованием электронных носителей информации взамен абонентских книжек;
- обнаружение и регистрация длительности отключений сетевого напряжения, отклонений параметров сети, превышения допустимой потребляемой мощности, фактов несанкционированного доступа и отказов электрооборудования и приборов учета;
- расчет внутриобъектового баланса поступления и потребления ресурсов с целью выявления и расчета потерь (кражи).

Основные функции системы:

- измерение и контроль электропотребления и других ресурсов до 255 потребителей при различных системах многотарифного учета: диффе-

ренцированной по времени суток, дифференцированной по объему месячного потребления;

- управление переключением тарифа в двухтарифных счетчиках;
- сбор, накопление и передача в центр обработки следующих данных по каждому счетчику энергоресурса и тарифу: показания счетчика на начало месяца, объем потребленного ресурса с начала месяца, объем месячного потребления за три предыдущих месяца;
- регистрация с указанием времени и даты следующих фактов: отключения/включения сетевого напряжения, отказов в работе технических средств комплекса, параметров сетевого напряжения;
- предоставление полезной для абонента информации на устройстве индикации: при помесечной оплате по счетам и традиционном самообслуживании: показания счетчика (по обоим тарифам при двухтарифном счетчике), объем потребленной электроэнергии с начала месяца, величина потребленной электроэнергии за предыдущий месяц, стоимость потребленной электроэнергии в предыдущем месяце, время действия (при временном тарифе) либо значения месячного потребления (при блочном тарифе), при которых применяются разные ставки тарифа, значения ставок тарифа; при оплате с использованием электронного ключа в том числе с предоплатой: данные по абоненту, показания счетчика, величина оплаты за электроэнергию, сумма долга или оплаченных авансом средств, остаток неизрасходованных средств или общая сумма к оплате.

Состав комплекса технических средств

Устанавливаются в доме:

- контроллер счетчиков (КС) — до 64 (КС-Э один на этаж — на 1...4 счетчика, один КС-В на 1...12 датчиков);
- контроллер сети — накопитель (КСН) — 1 (на 255 удаленных и до 4 прямоподключенных счетчиков (один на многоквартирный дом));
- устройство индикации (УИ) — до 64 (одно на 1...4 абонента);
- устройство индикации групповое (УИГ) — до 16 (одно на подъезд, дом);
- телефонный модем — 1 (типовой).

Собственность энергосбытовой организации:

- сменный носитель информации (СНИ) — 1 на 255 квартир;
- накопитель данных с таймером (НДТ) — 1 на несколько комплексов;
- электронная книжка абонента (ЭКА) — по одной на каждого абонента;
- адаптер связи с СНИ и НДТ — 1.

Функционирование системы сбора данных потребления

В каждом этажном электрошите дома на два электросчетчика (или рядом) устанавливаются контроллеры счетчиков КС-Э — для учета электро-

энергии и КС-В — для учета других ресурсов (холодной и горячей воды, газа). Оба КС подключаются к сети 220 В. Телеметрические выходы и входы переключения тарифа двухтарифных счетчиков в щитке соединяются с соответствующими входами и выходом КС-Э, а выходы датчиков других ресурсов, а также телесигнализации — к КС-В.

В электрощитовой комнате дома устанавливается и подключается к сети 380/220 В КСН-Э для учета электроэнергии и КСН-В — для учета других ресурсов. К КСН-Э и КСН-В могут быть подключены непосредственно по 4 счетчика (датчика) общедомового потребления ресурсов.

Кроме того, в щитовой дома монтируется измеритель качества сети и по последовательному интерфейсу RS-485 подключается к КСН-Э. Счетчики электрической энергии могут быть как однофазные, так и трехфазными, одно- и двухтарифными, электронного либо индукционного типа с телеметрическими приставками. Счетчики воды, газа, тепла должны иметь импульсные телеметрические выходы. КС непрерывно осуществляют подсчет импульсов с выходов счетчиков и преобразование полученных значений в именованные величины.

Раз в сутки в определенное время по проводам силовой сети осуществляется последовательный опрос КС со стороны КСН, в котором фиксируются новые данные по текущему электропотреблению. Кроме того, по встроенным в КСН энергонезависимым электронным часам в соответствии с временными уставками на все КС-Э осуществляется передача команд переключения тарифа. Передача сигналов телесигнализации от КС на КСН осуществляется сразу после их появления, фиксируется в памяти КСН и при наличии оперативной связи с диспетчерской ДЭЗ, передается дежурному.

Данные по текущему электропотреблению, стоимость потребленной электроэнергии и другую информацию абонент может посмотреть на устройстве индикации, которое, в зависимости от модификации комплекса, может быть установлено на каждом этаже — УИ, либо одно на подъезд — УИГ. В последнем случае для доступа к данным используются индивидуальные электронные ключи.

Кроме того, абонент имеет возможность приобрести индивидуальное устройство индикации, установить его у себя в квартире в удобном месте, подключив только в розетку. Информация на это устройство будет поступать по проводам внутридомовой сети. Сбор данных потребления и ввод рассчитанных значений платежей может осуществляться тремя различными способами:

- с помощью электронных носителей — наиболее простой и дешевый;
- с использованием компьютера (ноутбука) — полный контроль данных с возможностью коррекции при замене приборов;
- по телефонному модему — наиболее удобный и полностью реализующий систему электронных платежей.

В первом варианте функционирования системы предусмотрен ежемесячный обход домов линейным контролером, который, подключив на несколько секунд специальный электронный ключ — сменный носитель информации

к разьему КСН, переписывает все данные по потреблению в СНИ. При подключении затем другого электронного ключа с встроенными часами и памятью (накопитель данных с таймером — НДТ), осуществляется коррекция встроенных в КСН часов, ввод новых уставок тарифа и времени их действия (при их изменении), а также считывание в НДТ эксплуатационных характеристик (данных о времени и длительности отключений сетевого напряжения, отказов устройств и др.). При этом разъем связи с КСН может быть установлен в любом удобном месте подъезда. Данные с носителей считываются в центрах сбора энергосбытовой и эксплуатирующей организации, в ЖKK. Аналогично с помощью электронных носителей в КСН могут быть внесены данные по платежам абонентов.

По второму варианту специалист эксплуатирующей организации с помощью переносного компьютера списывает и вводит данные в систему, проводит диагностику работы и, при необходимости, коррекцию отдельных данных при замене вышедших из строя устройств. При этом вход в систему возможен как при подключении к КСН, так и через сеть при подключении к любой розетке дома. При этом доступ в систему защищен программно и аппаратно. По третьему варианту данные о потреблении энергоресурсов дистанционно по коммутируемому телефонному каналу могут быть считаны энергосбытовыми и другими заинтересованными организациями в объеме, определенном регламентом доступа к данным.

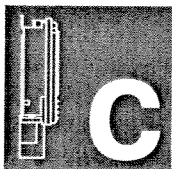
Функционирование системы учета, контроля и проведения платежей

Эта подсистема может функционировать также в трех вариантах:

Вариант 1 — «самообслуживание» по выписке счета. В этом варианте информация по оплате за электроэнергию и другие ресурсы представляется на устройствах индикации, и жильцы сами вносят эти данные в свои абонентские книжки.

Вариант 2 — выписка «бумажных» счетов бытовой организацией. Во втором варианте по данным энергопотребления, полученным из системы сбора данных, с учетом льгот, предыдущих платежей в бытовой организации распечатываются индивидуальные счета и доставляются абонентам с помощью рассылных или почтой.

Вариант 3 — выписка «электронных» счетов. В третьем варианте абонентам выдаются электронные книжки абонента (ЭКА) в виде электронных ключей или смарткарт, с помощью которых абонент может просмотреть информацию о платежах на УИГ, одновременно эти данные автоматически записываются на смарткарту. В отделении банка в соответствии со считанными данными производится оплата потребленных ресурсов и распечатка квитанции об оплате.



Серийные отечественные счетчики

Счетчики АЛЬФА

История создания счетчика АЛЬФА

Счетчик АЛЬФА должен был стать образцом измерительного устройства, который наиболее полно отвечал бы требованиям заказчиков. Для этой цели в начале 90-х годов концерн АВВ собрал двадцать крупнейших потребителей счетчиков в мире, которые определили самые важные с их точки зрения черты нового поколения электронных счетчиков. Все специальные требования потребителей были учтены, на научную разработку новой технологии направлены значительные средства, и, в результате, была получена новая совершенная модель — электронный, микропроцессорный счетчик АЛЬФА. Подробнее об этих счетчиках можно посмотреть на www.schetchik.ru

Основная идея, заложенная при создании счетчика АЛЬФА — это цифровое измерение токов и напряжений. Специально разработанный измерительный микропроцессор вычисляет значения напряжения и тока, а затем информация уже в оцифрованном виде передается через интерфейсы на компьютер, либо через оптический порт, либо по имеющимся каналам связи на расстояния. Счетчик не имеет движущихся частей. Существует возможность значительного расширения функций за счет установки дополнительных электронных плат. Режим самодиагностики и регистрации событий вмешательства в работу счетчика обеспечивает надежность и достоверность получаемых данных.

С 1992 года, когда была выпущена первая промышленная серия счетчиков АЛЬФА, 13 предприятий концерна АВВ в мире выпустили два миллиона счетчиков АЛЬФА. Сегодня счетчики АЛЬФА уже заменяет новое поколение: АЛЬФА (Плюс) и ЕвроАЛЬФА, которые помимо учета коммерческих данных и работы в АСКУЭ дают информацию о параметрах качества электроэнергии.

Основные технические характеристики счетчиков АЛЬФА

Класс точности	0,2S и 0,5S, 1,0 (ЕвроАЛЬФА)
Номинальные напряжения, В	3х57...230/100...400, 3х100...400
Номинальный ток, А	1...5 (10)
Прямое включение, А	150 (АЛЬФА Плюс), 80 (ЕвроАЛЬФА)
Чувствительность, мА	1
Рабочий диапазон температур, °С	-40...+70
Гарантия, лет	3
Межповерочный интервал, лет	8
Срок службы, лет	30

Функциональные возможности счетчиков АЛЬФА

- Измерение активной и реактивной энергии и мощности в двух направлениях.
- Учет электроэнергии по 4-м тарифным зонам (4 в сутках, 4 типа дней недели, 4 сезона, автоматический переход на летнее и зимнее время).
- Фиксация максимальной мощности нагрузки на расчетном интервале времени.
- Запись и хранение данных графика нагрузки в памяти счетчика (до 336 дней по 4 каналам 30-минутные интервалы).
- Передача результатов измерения по цифровым и импульсным каналам связи (ИРПС «токовая петля», RS-232, RS-485, импульсные реле).
- Измерение (вычисление) и отображение напряжения и тока пофазно, частоты сети, коэффициента мощности, фазных углов тока и напряжения.

Краткие сведения о счетчиках АЛЬФА

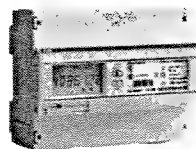
Счетчик для бытового потребителя А100

Предназначен для учета активной энергии в однофазных цепях переменного тока в режиме одно- и многотарифности, а также для использования в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Отличается качеством исполнения, устойчивостью к изменениям температуры, высоким уровнем защиты информации, нечувствительностью к постоянной составляющей и малыми габаритами.



Счетчик для бытового и мелкомоторного потребителя ДЕЛЬТА

Предназначен для учета активной или активно-реактивной энергии в трех- и однофазных цепях переменного тока, как в одно- так и многотарифном режиме, а также для использования в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии.



Функциональные возможности:

- измерение активной или активно-реактивной энергии;
- как одно, так и многотарифный учет электроэнергии;
- установка на DIN-рейку или панель;
- импульсные выходы для работы в АСКУЭ.

Счетчик для бытового и мелкомоторного потребителя АЛЬФА (A1000)

Для коммерческого и технического учета электроэнергии у бытового потребителя и в мелкомоторном секторе. Предназначен для учета активной, реактивной энергии и измерения мощности в одном или в двух направлениях в трехфазных цепях переменного тока, как в одно, так и в многотарифном режиме. Счетчик позволяет:

- осуществлять как одно, так и многотарифный учет электроэнергии (до 4 тарифов), переключение тарифов осуществляется от внешнего тарификатора;
- выполнять 2 измерения в многотарифном режиме:
 $+P$ — активная потребленная энергия;
 $+P, -P$ — активная потребленная и выданная энергия;
 $+P, +Q$ — активная и реактивная потребленная энергия;
 $+Q, -Q$ — реактивная потребленная и выданная энергия;
 $P = |P1| + |P2| + |P3|$ — активная энергия по модулю;
 $P = |P1| + |P2| + |P3| + Q$ — активная по модулю и реактивная потребленная энергия;
- фиксировать максимальную мощность;
- регистрировать энергию при превышении заданного порога мощности нагрузки;
- регистрировать отсутствие напряжения в одной или двух фазах;
- измерять и отображать на дисплее пофазно напряжения, токи, активную, реактивную и полную мощности сети.

Счетчик A1000 обладает полной нечувствительностью к постоянной составляющей тока.

Многофункциональный микропроцессорный трехфазный счетчик АЛЬФА Плюс (A2)

Предназначен для генерации, высоковольтных подстанций, собственных нужд, распределительных сетей и промышленного потребителя, для учета активной и реактивной энергии и мощности в трехфазных цепях переменного тока, контроля параметров качества электроэнергии, а также для работы в составе АСКУЭ.

**Многофункциональный микропроцессорный счетчик серии ЕвроАЛЬФА (A1600)**

Для перетоков, генерации, высоковольтных подстанций, собственных нужд, распределительных сетей и промышленного потребителя. Предназначен для учета активной и реактивной энергии и мощности в цепях переменного тока, а также для использования в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) для передачи измеренных или вычисленных параметров на диспетчерский пункт по контролю, учету и распределению электрической энергии.

Счетчик для распределительных сетей, промышленного потребителя и жилищно-коммунального хозяйства ЕвроАЛЬФА (A1300)

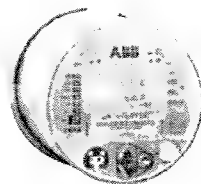
Функциональные возможности:

- измерение активных и реактивных энергий и мощностей в двух направлениях;
- учет электроэнергии по 4-м тарифным зонам;
- фиксация максимальной мощности нагрузки на расчетном интервале времени;
- запись и хранение данных графика нагрузки в памяти счетчика (до 26 дней по 2-м каналам 30-минутные интервалы);
- передача результатов измерения по цифровым и импульсным каналам связи;
- измерение (вычисление) и отображение, параметров электроэнергии: напряжение и ток пофазно, частота сети, коэффициент мощности, фазные углы тока и напряжения;
- автоматический контроль нагрузки с возможностью ее отключения или сигнализации.



Счетчик для учета и аудита качества электроэнергии ION 8500

Предназначен для измерения энергии и мощности в двух направлениях с классом точности 0,2S, измерения высших гармоник до 63 включительно, измерения тока в нулевом проводе и расчетов для компенсации потерь в трансформаторе. Имеет мощную микропроцессорную систему, увеличенную память до 4 Мб для хранения до 320 измеренных параметров, два цифровых интерфейса для одновременного удаленного доступа к счетчику из 2-х различных мест и гибкую тарифную систему. Может использоваться и в качестве аварийного осциллографа с разрешающей способностью до 160 мкс для фиксации (записи) параметров во время аварии.



Функционирование счетчиков АЛЬФА

Начиная с 1994 года предприятие «АББ ВЭИ Метроника» выпускает счетчики электроэнергии семейства АЛЬФА. Это полностью микропроцессорные электронные приборы, которые могут совмещать в одном корпусе функции одного или двух индукционных счетчиков. Основными преимуществами этих счетчиков являются высокая надежность, высокая точность (классы точности 0,2; 0,5; 1,0; 2,0), малая чувствительность к изменениям температуры окружающей среды (от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$), возможность передачи информации по цифровым и импульсным каналам, и, конечно, учет электроэнергии по тарифным зонам. Счетчики могут измерять как активную, так и реактивную энергию. Также в них заложена возможность автоматического пересчета электроэнергии на первичную сторону, т.е. с учетом коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Счетчик по своим внутренним часам осуществляет переключение тарифных зон в соответствии с заданным расписанием. Всего в счетчике возможно задание от одной до четырех тарифных зон. В процессе работы счетчик

учитывает электроэнергию, разбивая ее по тарифным зонам. В своем составе счетчик может иметь импульсные реле, одно из которых может использоваться как РЕЛЕ УПРАВЛЕНИЯ НАГРУЗКОЙ. Это реле может срабатывать при наступлении определенной тарифной зоны, сигнализируя, например, о начале пиковой тарифной зоны, и размыкаться по ее окончании. Используя это реле, можно, например, включать ТЭНы отопления в момент наступления ночной тарифной зоны (наиболее дешевой) и отключать по ее окончании.

Так же в счетчике предусмотрена возможность автоматического перехода на летнее и зимнее время. При этом учет электроэнергии по тарифным зонам осуществляется, соответственно, по летнему или зимнему времени.

Помимо расписания тарифных зон, в счетчике могут быть заданы выходные и праздничные дни. Эти дни задаются в случае, если в выходные или праздничные дни используется льготный тариф по отношению к рабочим дням.

Всю коммерческую информацию по тарифным зонам можно снять непосредственно с жидкокристаллического индикатора счетчика, считать по оптическому порту счетчика или по цифровому интерфейсу.

В отчете, снятом со счетчика, информация о потреблении электроэнергии по тарифным зонам выглядит следующим образом:

ТЕКУЩЕЕ ЧТЕНИЕ		(кВт·ч)			
		кВт·ч	Максимальная мощность (кВт)	Дата	Время
Тариф 1	11.403600000		0.602	08/10/00	08:30
Тариф 2	37.493000000		0.585	14/10/00	14:30
Тариф 3	21.451800000		0.321	14/10/00	23:30
Общие	70.348400000				

В приведенном выше примере, счетчик запрограммирован на использование трех тарифов где: Тариф 1 — пиковая тарифная зона, Тариф 2 — полупиковая тарифная зона, Тариф 3 — ночная тарифная зона (расписание тарифных зон устанавливаются Региональными энергетическими комиссиями, РЭК). Возможное расписание тарифных зон приведено ниже:

23.00...06.00 — тариф 3

06.00...08.00 — тариф 2

08.00...10.00 — тариф 1

10.00...16.00 — тариф 2

16.00...18.00 — тариф 1

18.00...23.00 — тариф 2

Помимо разбивания потребленной электроэнергии по тарифным зонам, счетчиком фиксируется максимальная мощность за расчетный период (как правило месяц) на 30-минутном отрезке времени в каждой тарифной зоне с указанием даты и времени фиксации максимальной мощности, что может быть полезным в случае возникновения спорных ситуаций с энергоснабжающей организацией.

На смену счетчикам АЛЬФА пришли счетчики **ЕвроАЛЬФА** и **АЛЬФА Плюс**. Сохраняя в себе все характеристики счетчиков АЛЬФА, новые счетчики имеют ряд преимуществ. Помимо коммерческих данных, счетчики ЕвроАЛЬФА и АЛЬФА Плюс могут измерять некоторые параметры сети, например, токи, напряжения, мощность, частоту и т.д.

Наряду с вышеперечисленными счетчиками, выпускаются и более дешевые счетчики **Дельта** и **A1000**. В этих счетчиках отсутствует ряд функций, присущий более дорогим счетчикам. Однако они также могут измерять энергию с большой точностью и с учетом тарифных зон. Счетчики Дельта и A1000 имеют существенно меньшую цену по отношению к более сложным счетчикам и могут с успехом применяться для целей технического учета электроэнергии.

Предприятия, использующие счетчики АЛЬФА, существенно снижают затраты на потребленную электроэнергию. Снижение этих затрат может достигать до 30% в месяц. При этом срок окупаемости затрат на приобретение счетчиков составляет от одного до нескольких месяцев.

Снижение затрат на электроэнергию достигается как за счет перехода на расчет с использованием дифференцированных тарифов, так и за счет более высокой точности учета электроэнергии счетчиками.

Счетчики семейства АЛЬФА могут иметь **различные интерфейсы для дистанционного сбора** данных и организации Автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Интерфейсы могут быть цифровыми — RS485 или ИРПС «Токовая петля» и импульсными. По импульсным каналам можно собирать информацию о потреблении (или выдаче) электроэнергии на любые типы классических УСД (Устройства сбора данных) и даже параллельно на две независимых системы УСД, например, для технического и коммерческого учета.

Таким образом, один и тот же счетчик может быть использован для различных целей, что существенно снижает затраты на создание систем АСКУЭ. Более современные системы коммерческого учета (а в последнее время и технического учета) для дистанционного получения информации со счетчиков используют цифровые интерфейсы.

Предприятием «АББ ВЭИ Метроника» производятся достаточно дешевые различные устройства и компоненты, используя которые, можно построить практически любую систему коммерческого или технического учета электроэнергии.

Этими устройствами являются:

- мультимплексор-расширитель МПП-16 2М — сопряжение интерфейса RS232 и 16 каналов ИРПС «Токовая петля»;

- адаптер АББ-01 — преобразователь интерфейса RS232 в 2 канала ИРПС «Токовая петля», позволяющий подключение к системе до двух счетчиков на расстоянии до 300 метров;
- адаптер АББ-02 — преобразователь интерфейса RS232 в интерфейс RS485, позволяющий подключение к системе до четырех счетчиков на расстоянии до 400 метров.

Наряду с вышеперечисленными устройствами все более широкое распространение получают **гибридные системы АСКУЭ**, позволяющие одновременно собирать информацию как по цифровым каналам счетчиков так и по импульсным каналам. Примером такого устройства может служить семейство АСКУЭ типа RTU, также выпускаемых «АББ ВЭИ Метроника».

Коммерческий учет и контроль качества электроэнергии

Вопросы качества электроэнергии приобретают все большее значение, поэтому хотелось бы подробнее остановиться на счетчике АЛЬФА Плюс и его функциональных возможностях, касающихся определения некоторых параметров качества электроэнергии. Многофункциональные трехфазные счетчики АЛЬФА Плюс предназначены для:

- многотарифного учета активной и реактивной энергии в двух направлениях;
- использования в автоматизированных системах контроля и учета электроэнергии;
- использования в качестве приборов для контроля за параметрами электроэнергии, а также как устройств, сигнализирующих о выходе параметров электроэнергии за пределы установленных порогов.

Счетчики АЛЬФА Плюс измеряют, накапливают и отображают данные по энергии в многотарифном режиме, точно так же как счетчики АЛЬФА. Измеряемыми величинами (в зависимости от типа счетчика) могут быть активная энергия (kWh), реактивная энергия (kVARh) и полная энергия (kVAh). Дополнительно может измеряться и отображаться на дисплее счетчика реактивная энергия в четырех квадрантах. В счетчиках АЛЬФА Плюс применяется энергонезависимая память для хранения параметров программы и измеренных данных. Счетчик может накапливать и хранить до четырех каналов профиля нагрузки. Глубина хранения составляет при четырех каналах и при длительности интервала профиля от 30 минут до 70 дней.

Параметры электроэнергии

Благодаря расширенным возможностям внутреннего программного обеспечения, увеличению тактовой частоты микропроцессора счетчик может измерять, вычислять и отображать до 46 величин, относящихся к параметрам электроэнергии.

Сюда входят:

- токи и напряжения фаз;
- активная, реактивная и полная мощности сети;
- активная, реактивная и полная мощности фаз;
- коэффициент мощности $\cos\varphi$ сети и каждой фазы;
- фазные углы векторов напряжений и токов;
- значение второй гармоники по фазам напряжения;
- значение второй гармоники по фазам тока;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и тока;
- частота сети.

Программное обеспечение для счетчика АЛЬФА Плюс

Для работы со счетчиком АЛЬФА Плюс разработано специальное программное обеспечение PowerPlus. Пакет PowerPlus позволяет наиболее полно использовать возможности счетчика для контроля параметров качества электроэнергии. В частности, программа PowerPlus может осуществлять следующее:

- используя данные, считанные со счетчика, рассчитать и построить векторные диаграммы для цепей токов и напряжений;
- создать файлы баз данных на диске компьютера, в которых сохраняет информацию, считанную со счетчика;
- просмотреть и распечатать диаграммы из сохраненных ранее файлов;
- считать из счетчика журнал событий;
- определить конфигурацию системы;
- осуществляет модемную связь с удаленным счетчиком.

Если выбран циклический режим считывания данных, то параметры могут накапливаться в файле на диске компьютера. Считывание данных осуществляется с интервалом, заданным в конфигурации программы. Этот интервал может составлять от 10 секунд до десятков минут. Используя Microsoft Excel эти накопленные данные можно представить затем в виде таблиц и графиков

Модуль ПОРОГИ

Помимо отображения вышеперечисленных параметров АЛЬФА Плюс осуществляет постоянный контроль сети (модуль ПОРОГИ). Контроль сети осуществляется двенадцатью тестами. В тестах программно задаются минимальные и максимальные пороговые уставки, минимальные и максимальные длительности и некоторые другие величины, необходимые для проведения тестов. Модуль ПОРОГИ отслеживает следующие основные параметры

- напряжение сети (понижение, превышение);
- провалы напряжения;

- направление чередования фаз (АВС, СВА);
- пониженный ток в каждой фазе;
- повышенный ток в каждой фазе;
- коэффициент мощности фаз;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой тока;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения.

В счетчике ведется журнал событий, в котором отражаются все случаи выхода какого-либо из этих параметров за пределы установленных порогов. В журнале записываются дата, время начала и окончания события. Также, при обнаружении случая выхода параметров ПКЭ за пределы уставок может быть запрограммировано срабатывание сигнализирующего реле.

Счетчик АЛЬФА Плюс и АСКУЭ (АСУ ТП)

Счетчики АЛЬФА Плюс, так же как и счетчики АЛЬФА и ЕвроАЛЬФА, могут иметь в своем составе дополнительные платы импульсных реле и цифровых интерфейсов RS485 или ИРПС «токовая петля». При использовании импульсных плат (телеметрические каналы), частота импульсов на выходе этих каналов пропорциональна приложенной нагрузке.

Использование цифровых интерфейсов позволяет более полно реализовать возможности счетчиков АЛЬФА Плюс. Информация, получаемая от счетчиков, позволяет увидеть динамику изменения параметров сети, что наряду с коммерческими данными обеспечивает специалистов полной информацией о состоянии энергетической системы.

Счетчик АЛЬФА Плюс, так же как и счетчик ЕвроАЛЬФА и АЛЬФА интегрирован в системы АСКУЭ, разработанными в компании АББ ВЭИ Метроника, АльфаМет — для малых и средних предприятий и Альфа СМАРТ — для территориально-распределенных предприятий и энергосистем.

Счетчики Рязанского приборного завода

Сегодня Государственный Рязанский приборный завод по праву является одним из флагманов радиоэлектронной промышленности России. Великолепная кадровая школа, владение уникальными технологиями и оснащенность современным оборудованием — вот три слагаемых, гарантирующих успех предприятия на любом из занимаемых им сегментов рынка, будь то выпуск военной либо гражданской продукции. Подробнее о продукции завода можно прочитать на сайте www.grpz.ru.

Сводная таблица характеристик выпускаемых электросчетчиков приведена ниже (см. табл. 19.1).

Таблица 19.1

Условное обозначение счетчика	Номинальное напряжение, В	Номинальный и максимальный ток, А	Передаточное число А основного передающего устройства, имп./кВт·ч (имп./кВАр·ч)	Передаточное число В вспомогательного выхода имп./кВт·ч	Класс точности, %	Единица младшего разряда, кВт·ч (кВАр·ч)	Единица старшего разряда, кВт·ч (кВАр·ч)	Полная потребляемая мощность		
								по параллельным цепям		по цепи управления тарифами, ВА
								Вт	ВА	
Трехфазные										
Активной энергии										
СЭТ3а-01-00	100/100/ $\sqrt{3}$	1...1,5	10000	5120000	0,5	0,001	10 ³	2,0	10,0	
СЭТ3а-01-01	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	0,5	0,01	10 ⁴	2,0	10,0	
СЭТ3а-01-02	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	1,0	0,01	10 ⁴	2,0	10,0	
СЭТ3а-02-03	380/220	1...6	1000	512000	1,0	0,01	10 ⁴	2,0	10,0	
СЭТ3а-02-04	380/220	5...50	100	51200	1,0	0,1	10 ⁵	2,0	10,0	
СЭТ3а-02-05	380/220	5...50	100	51200	2,0	0,1	10 ⁵	2,0	10,0	
СЭТ3а-02-05М	380/220	5...65	100	51200	2,0	0,1	10 ⁵	2,0	10,0	
СЭТ3а-02-06	380/220	10...50	100	51200	1,0	0,1	10 ⁵	2,0	10,0	
Реактивной энергии										
СЭТ3р-01-07	100/100/ $\sqrt{3}$	1...1,5	10000	5120000	0,5	0,001	10 ³	-	4,0	
СЭТ3р-01-08	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	0,5	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3р-01-09	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	1,0	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3р-02-10	380/220	1...6	1000	512000	1,0	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3р-02-11	380/220	5...50	100	51200	2,0	0,1	10 ⁵	-	4,0	
СЭТ3р-02-11М	380/220	5...65	100	51200	2,0	0,1	10 ⁵	-	4,0	
СЭТ3р-02-12	380/220	10...50	100	51200	1,0	0,1	10 ⁵	-	4,0	
Двухтарифные активной энергии										
СЭТ3а-01Т-13	100/100/ $\sqrt{3}$	1...1,5	10000	5120000	0,5	0,001	10 ³	2,0	10,0	0,1
СЭТ3а-01Т-14	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	0,5	0,01	10 ⁴	2,0	10,0	0,1
СЭТ3а-01Т-15	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	1,0	0,01	10 ⁴	2,0	10,0	0,1
СЭТ3а-02Т-16	380/220	1...6	1000	512000	1,0	0,01	10 ⁴	2,0	10,0	0,1
СЭТ3а-02Т-17	380/220	5...50	100	51200	1,0	0,1	10 ⁵	2,0	10,0	0,1
СЭТ3а-02Т-18	380/220	5...50	100	51200	2,0	0,1	10 ⁵	2,0	10,0	0,1
СЭТ3а-02Т-19	380/220	10...50	100	51200	1,0	0,1	10 ⁵	2,0	10,0	0,1
Двухтарифные реактивной энергии										
СЭТ3а-01Т-20	100/100/ $\sqrt{3}$	1...1,5	10000	5120000	0,5	0,001	10 ³	-	4,0	0,1
СЭТ3а-01Т-21	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	0,5	0,01	10 ⁴	-	4,0	0,1
СЭТ3а-01Т-22	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	1,0	0,01	10 ⁴	-	4,0	0,1
СЭТ3а-02Т-23	380/220	1...6	1000	512000	1,0	0,01	10 ⁴	-	4,0	0,1
СЭТ3а-02Т-24	380/220	5...50	100	51200	2,0	0,1	10 ⁵	-	4,0	0,1
СЭТ3а-02Т-25	380/220	10...50	100	51200	1,0	0,1	10 ⁵	-	4,0	0,1

Таблица 19.1 (продолжение)

Условное обозначение счетчика	Номинальное напряжение, В	Номинальный и максимальный ток, А	Передаточное число А основ- ного передающего устрой- ства, имп./кВт·ч (имп./кВАр·ч)	Передаточное число В пове- рочного выхода имп./кВт·ч	Класс точности, %	Единица младшего разряда, кВт·ч (кВАр·ч)	Единица старшего разряда, кВт·ч (кВАр·ч)	Полная потребляемая мощность		
								по параллельным цепям		по цепи управления тарифами, ВА
								Вт	ВА	
Перетоковые										
СЭТ3а-01П-26	100/100/ $\sqrt{3}$	1...1,5	10000	5120000	0,5	0,001	10 ³	2,0	10,0	
СЭТ3а-01П-27	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	0,5	0,01	10 ⁴	2,0	10,0	
СЭТ3а-01П-28	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	1,0	0,01	10 ⁴	2,0	10,0	
СЭТ3а-01П-29	100/100/ $\sqrt{3}$	1...1,5	10000	5120000	0,5	0,001	10 ³	-	4,0	
СЭТ3а-01П-30	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	0,5	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3а-01П-31	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	1,0	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3а-02П-32	380/220	1...6	1000	512000	1,0	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3а-02П-33	380/220	5...50	100	51200	2,0	0,1	10 ³	-	4,0	
СЭТ3а-02П-34	380/220	10...50	100	51200	1,00	0,1	10 ³	-	4,0	
Активно-реактивные										
СЭТ3р-01-07А	100/100/ $\sqrt{3}$	1...1,5	10000	5120000	0,5	0,001	10 ³	-	4,0	
СЭТ3р-01-08А	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	0,5	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3р-01-09А	100/100/ $\sqrt{3}$	5...7,5	2000	1024000	1,0	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3р-02-10А	380/220	1...6	1000	512000	1,0	0,01	10 ⁴	-	4,0	
СЭТ3р-02-11А	380/220	5...50	100	51200	2,0	0,1	10 ³	-	4,0	
СЭТ3р-02-12А	380/220	10...50	100	51200	1,0	0,1	10 ³	-	4,0	
Однофазные										
СЭТ1-1	220	5...50	50	6400	2,0	0,1	10 ³	2,0	10,0	
СЭТ1-2	220	5...50	50	6400	2,0	0,1	10 ³	2,0	10,0	0,05
СЭТ4а	220	5...50	4 тарифа, 6 временных зон, летнее и зимнее время; индикация: месяц, день час. мин.; внутренняя коррекция хода часов, вывод на ГЭВМ							



Примечание. Тип счетчика: а — для учета активной энергии, р — для учета реактивной энергии, Т — двухтарифные, П — для учета прихода/расхода энергии, А — для одновременного учета активной и реактивной энергии. Все модификации счетчиков СЭТ3 имеют дополнительное исполнение с гальванически развязанным телеметрическим выходом — Г. Счетчик может изготавливаться как в пластмассовом, так и в металлическом корпусе.

Однофазные счетчики электрической энергии СЭТ1-1, СЭТ1-2

Предназначены для коммерческого учета активной энергии в однофазных двухпроводных цепях переменного тока. Счетчики изготавливаются в исполнениях: однофазный однотарифный счетчик СЭТ1-1 и однофазный двухтарифный счетчик СЭТ1-2 в пластмассовом корпусе. Счетчик СЭТ1-2 может использоваться в качестве телеметрического датчика мощности информационно-измерительных систем автоматического учета энергопотребления, с устройством переключения тарифов. Счетчик СЭТ1-1 конструктивно выполнен в герметичном пластмассовом корпусе.

Электрическая схема электросчетчика разработана на основе БИС AD7755 фирмы ANALOG DEVICES с использованием аналоговых ключей фирмы MOTOROLA. Печатная плата выполнена с использованием безвыводных радиоэлементов (ЧИП-монтаж). Исполнительный механизм счетного устройства релейного типа с храповиком.

Технические характеристики:

Класс точности	1,0/2,0
Номинальное напряжение, В	220
Номинальный/максимальный ток, А	5/50
Диапазон рабочих температур, °С	-35...+55
Габаритные размеры, мм	200x123x70
Средняя наработка до отказа, час	70000
Порог чувствительности, Вт, не более	5,5
Межповерочный интервал, лет	16
Средний срок службы, лет	30
Гарантия со дня ввода в эксплуатацию, лет	5
Полная мощность, потребляемая цепью переключения тарифов при напряжении 12 В, ВА, не более	0,2

Габаритный чертеж счетчика в пластмассовом корпусе представлен на рис. 19.1, а маркировка зажимов и схема включения счетчика — рис. 19.2. Подключение счетчика СЭТ1-2 следует производить в соответствии со схемой, изображенной на крышке колодки и приведенной на рис. 19.3.

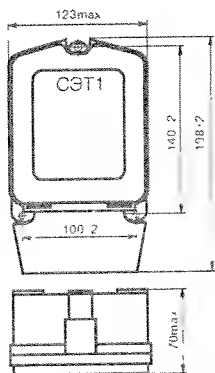


Рис. 19.1. Габаритный чертеж счетчика СЭТ1

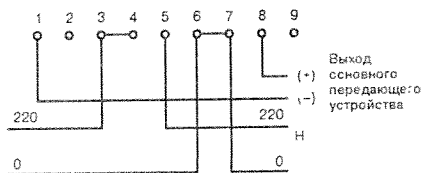


Рис. 19.2. Схема включения счетчика СЭТ1-1

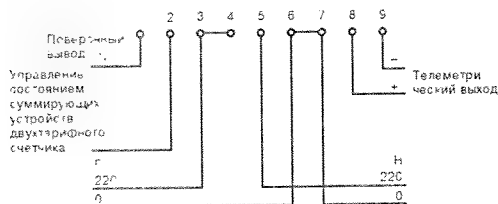


Рис. 19.3. Подключение счетчика СЭТ1-2

Выход основного передающего устройства с помощью оптопар гальванически развязан от остальных цепей счетчика и имеет два состояния («Замкнуто» и «Разомкнуто»), отличающиеся импедансом выходной цепи. Для обеспечения их функционирования необходимо подать питающее напряжение по схемам, приведенным на рис. 19.4 и 19.5.



Рис. 19.4. Подключение питания к счетчику СЭТ1-1

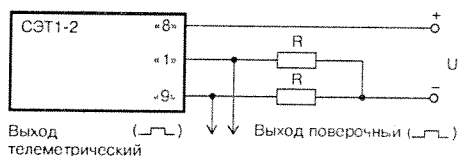


Рис. 19.5. Подключение питания к счетчику СЭТ1-2

Однофазный многотарифный счетчик электроэнергии СЭТ1-4А

Предназначен для коммерческого учета активной энергии в однофазных двухпроводных сетях переменного тока и организации расчетного учета ее по четырем тарифам и шести временным зонам суток. Счетчик изготавливается в исполнениях: СЭТ1-4А.1 (интерфейс RS232) и СЭТ1-4А.2 (интерфейс RS485) с гальванической развязкой.

Счетчик СЭТ1-4А может использоваться автономно и в составе автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).

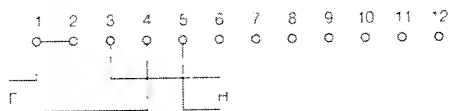
В счетчике СЭТ1-4А обеспечивается: учет электроэнергии отдельно по тарифным зонам и временным интервалам; текущие показания, показания за текущий месяц, показания за прошедший месяц (кВт·ч), отображение информации осуществляется переключением через кнопку или через интервал времени; автоматический переход на «летнее» и «зимнее» время; отсчет и возможность вывода на индикацию значения текущего времени (календарный месяц, день, часы и минуты); вывод на ПЭВМ информации по учету электроэнергии; защита от несанкционированного изменения введенной и накопленной информации; запись времени и даты изменения параметров.

Счетчик СЭТ1-4А конструктивно выполнен в герметичном пластмассовом корпусе. Отображение информации производится на едином ЖКИ. Сохранение введенной информации и данных учета электроэнергии при отсутствии питания не менее 25 лет. Обмен информацией с внешним устройством обработки данных осуществляется по интерфейсам RS485 или RS232 с гальванической развязкой.

Технические характеристики:

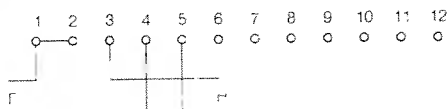
Класс точности	2,0
Номинальное напряжение, В	220
Номинальный/максимальный ток, А	5/50
Точность хода часов, с/месяц	±5
Диапазон рабочих температур, °С	–25...+55
Габаритные размеры, мм	203×123×70
Средняя наработка до отказа, час	70000
Межповерочный интервал, лет	8
Средний срок службы, лет	30

Маркировка зажимов и схема включения счетчика показаны на рис. 19.6 и 19.7.



- 1 — цепь последовательная
- 2 — цепь параллельная,
- 3 — цепь последовательная
- 4 — общ. параллельной и последовательной цепей;
- 5 — общ. параллельной и последовательной цепей;
- 6 — вкл. поверки часов (Вкл. 2);
- 7 — общ. цепей управления поворочным/телеметрическим выходами и разрешением записи параметров счетчика
- 8 — вкл. поверки часов и разрешение записи параметров,
- 9 — «минус» телеметрического выхода;
- 10 — «минус» присылки ИРГС,
- 11 — «плюс» общ. телеметрии и ИРГС,
- 12 — «плюс» передатчика ИРГС

Рис. 19.6. Схема включения счетчика СЭТ1-4А.1 (при непосредственном включении)



- 1 — цепь последовательная,
- 2 — цепь параллельная,
- 3 — цепь последовательная,
- 4 — общ. параллельной и последовательной цепей;
- 5 — общ. параллельной и последовательной цепей;
- 6 — вкл. поверки часов (Вкл. 2);
- 7 — общ. цепей управления поворочным/телеметрическим выходами и разрешением записи параметров счетчика
- 8 — вкл. поверки часов и разрешение записи параметров,
- 9 — «минус» телеметрического выхода;
- 10 — RS485 A
- 11 — «плюс» общ. телеметрии,
- 12 — RS485 B

Рис. 19.7. Схема включения счетчика СЭТ1-4А.2 (при непосредственном включении)

Трехфазный счетчик электрической энергии СЭТЗ

Предназначен для учета активной и реактивной энергии в трехфазных трехпроводных или четырехпроводных сетях переменного тока. Счетчик может использоваться в качестве телеметрического датчика мощности информационно-измерительных систем автоматического учета энергопотребления.

Счетчик позволяет осуществлять: раздельный учет энергии по двум временным тарифам; раздельный учет расхода и прихода активной энергии; раздельный учет индуктивной и емкостной реактивной энергии; одновременный учет активной и реактивной энергии.

Технические характеристики:

Длительность сигнала по телеметрическому выходу, мс, не менее	120
Габаритные размеры, мм	278×180×67
Установочные размеры, мм	207×155
Масса, кг, не более	1
Рабочая температура, °С	−35...+55
Межповерочный интервал, лет	6
Средняя наработка до отказа, час	54000
Средний срок службы, лет	30

справочник
**домашнего
электрика**

**Электро-
безопасность
в доме**

Раздел V

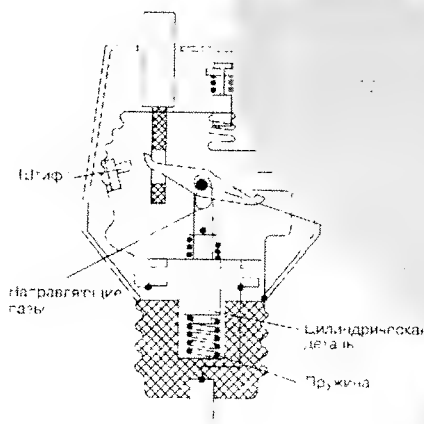
Глава 20
Что такое
электробезопасность

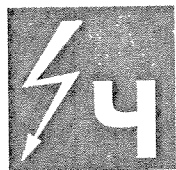
Глава 21
Плавкие
предохранители

Глава 22
Автоматические
выключатели

Глава 23
Современные
устройства защиты от
превышения и «скачков»
напряжения.

Глава 24
Устройства защиты от
поражения током





то такое электробезопасность

Почему важна электрическая защита

Когда профессору Сергею Петровичу Капице задали вопрос, без какого достижения современной цивилизации он не представляет себе жизни, последовал ответ: «Без электричества». **Это великое благо для человечества, но благо достаточно опасное.** Его использование во всех областях деятельности человека, резкое увеличение количества электроприборов в быту и на производстве естественным образом повлекли за собой повышение опасности поражения человека электрическим током. Поэтому не удивительно, что вслед за расширением использования электрической энергии в промышленности и быту развивалась и система обеспечения электробезопасности или электрической защиты.

Электрическая защита необходима для того, чтобы безопасно эксплуатировать домашнюю электросеть, не допуская поражения человека электрическим током, возгораний, повреждение электротехники грозowymi разрядами. В общем, электрическая защита — понятие комплексное. Задача защитных устройств — отключить напряжение в кратчайший срок при нарушении параметров сети. Какие устройства для этого применяются?

Для защиты человека от смертельного исхода при прикосновении к корпусу неисправного электроприбора служит **УЗО**, которое подробно будет рассмотрено далее в этой главе. Функционально **устройство защитного отключения (УЗО)** можно определить как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электросети.

Как можно защитить человека от смертельного поражения электрическим током? Во-первых, это **организационные меры**:

- обеспечение недоступности для человека токоведущих частей электрооборудования;
- снижение величины тока через тело человека до безопасного значения;
- ограничение времени воздействия электрического тока на организм человека.

Разработаны и **технические меры защиты** от поражения электрическим током:

- применение низких напряжений;
- защитное разделение сетей;
- контроль, профилактика изоляции, обнаружение ее повреждений, защита от замыканий на землю;
- компенсация емкостных токов утечки;
- защитное заземление;
- защитное зануление;
- защитное отключение;
- система уравнивания потенциалов;
- двойная изоляция, изолирование рабочего места;
- защита от перехода напряжения с высшей стороны на низшую;
- грозозащита.

Воздействие электрического тока на человека

Рассмотрим механизм воздействия электрического тока на человека. С самого начала промышленного применения электричества ученые всего мира занимались изучением этого воздействия и его последствий. Однозначно установлено, что при воздействии электрического тока на человека **наиболее уязвимым органом является сердце**. Беспорядочные сокращения мышц сердца могут возникать даже при малых значениях тока. Но результат воздействия электрического тока на организм человека зависит не только от значения тока, но и от продолжительности его протекания, пути тока через тело человека, а также, в меньшей степени, от частоты тока, формы кривой, коэффициента пульсаций и других факторов.

По причине неопределенности реального значения сопротивления тела человека для расчетной оценки опасности электропоражения в электроустановке принято использовать в качестве критерия опасности ток через тело человека, а не напряжение, приложенное к нему.

Предельно допустимые уровни токов определены ГОСТом в производственных и бытовых электроустановках в зависимости от времени воздействия (табл. 20.1).

В главе 24 рассматривается **защитное отключение**, как одно из наиболее эффективных электрозщитных средств. Должна быть обеспечена защита человека от поражения в двух наиболее вероятных и опасных случаях: как при прямом прикосновении к токоведущим частям электрооборудования, так и при косвенном прикосновении [125].

Таблица 20.1

t, °C	0,01...0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$I_{\text{пронзв}}, \text{ MA}$	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50
$I_{\text{бв-т}}, \text{ MA}$	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25

Под **косвенным прикосновением** понимается прикосновение человека к открытым проводящим частям электроприбора, на которых в исправном состоянии отсутствует электрический потенциал, но при каких-либо неисправностях, вызвавших нарушение изоляции или ее пробой на корпус, на этих частях возможно появление опасного для жизни человека потенциала.

Для защиты от **прямого прикосновения** служат меры, предотвращающие прикосновение к токоведущим частям: изоляция токоведущих частей, применение ограждений и оболочек, установка барьеров, размещение вне зоны досягаемости.

Дополнительная защита от электропоражения при прямом прикосновении достигается путем применения устройств защитного отключения.

УЗО является превентивным электрозащитным устройством и в сочетании с современными системами заземления (TN-S, TN-C-S) обеспечивает высокий уровень электробезопасности при эксплуатации электроприборов.

Защита от поражения при косвенном прикосновении обеспечивается применением УЗО и **защитных нулевых проводников** в электроустановках зданий с системой заземления TN или **защитных проводников** в электросети зданий с системой заземления TT в комплексе с устройствами защиты от сверхтока, таких как предохранителями, автоматическими выключателями.

Принцип действия защитного отключения

Устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока, относятся к **дополнительным видам защиты** человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания. Защита от сверхтока (при применении защитного зануления) обеспечивает защиту человека при косвенном прикосновении — путем отключения автоматическими выключателями или предохранителями поврежденного участка цепи при коротком замыкании на корпус.

При малых токах замыкания, снижении уровня изоляции, а также при обрыве нулевого защитного проводника зануление недостаточно эффективно, поэтому в этих случаях УЗО является единственным средством защиты человека от электропоражения.

В основе действия защитного отключения, как электрозащитного средства, лежит **принцип ограничения продолжительности протекания тока через тело человека** (за счет быстрого отключения) при непреднамеренном прикосновении его к элементам электроустановки, находящимся под напряжением. Из всех известных электрозащитных средств УЗО является единственным, обеспечивающим защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении к одной из токоведущих частей.

Вспомогательным, но не менее важным свойством УЗО является его **способность осуществлять защиту от возгорания и пожара**, возникающих вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудования. Ведь более трети всех пожаров происходят по

причине возгорания электропроводки в результате нагрева проводников по всей длине, искрения, горения электрической дуги на каком-либо элементе, вызванных токами короткого замыкания.

Короткие замыкания, как правило, образуются из-за дефектов изоляции, замыканий на землю, утечек тока на землю. УЗО, реагируя на ток утечки на землю или защитный проводник, заблаговременно, до развития КЗ, отключает электроустановку от источника питания, предотвращая тем самым недопустимый нагрев проводников, искрение, возникновение дуги и возможное последующее возгорание.

Защита от последствий короткого замыкания

Последовательно с УЗО для защиты от возгорания при КЗ или перегрузке в электросети устанавливаются **пробки, автоматические выключатели**. Принцип их действия и устройство подробно рассмотрены в главах 21...23.

Рассмотрим, **откуда может возникнуть КЗ?** Естественно поставить перед собой вопрос: в чем проявляется нагрузка, например, проводов? Что может перегружаться и изнашиваться, если нет механического движения? Что и от чего нужно защищать? Чтобы ответить на эти вопросы, вспомним, как включена лампа. К ней присоединены два провода. По одному из них ток подходит к нити, по другому — возвращается в сеть. Чтобы направить ток именно по этому пути, провода друг от друга изолированы.

Мы можем безопасно вводить в наши квартиры электроэнергию, включать и отключать лампы и приборы по нашему усмотрению именно потому, что в электросети применяются не только проводники и не только изоляция, а правильное и глубоко продуманное сочетание тех и других. Без проводников нельзя подвести ток к лампам и приборам. Без изоляции (резина, пряжа, бумага, пластмасса) нельзя ни направлять электроэнергию по нужным путям, ни выключать ток.

Изнашивается в электроприборах и проводке в основном **изоляция**. Резина, например, высыхает, растрескивается и осыпается, пряжа и бумага обугливаются, пластмассы оплавляются и размягчаются. Но все это происходит при достаточно высокой температуре. Пока эта температура не превышена (для резины, например, 65°C), изоляция работает устойчиво и надежно и служит достаточно долго.

Причиной повышения температуры изоляции является **нагрев проводников**, которые она окружает. А проводники нагреваются потому, что проходящий через них ток преодолевает их электрическое сопротивление, на что расходуется электроэнергия, которая и переходит в теплоту.

Температура одного и того же провода зависит от силы тока, проходящего по нему, называемого в электротехнике нагрузкой. Чем нагрузка больше, тем провод горячее. Ток не должен нагревать провод выше допустимой температуры. Ток, вызывающий чрезмерный нагрев, является **перегрузкой**.

Нужно знать, что перегрузки очень резко сокращают срок службы. Достаточно, например, всего на 10°C повысить температуру катушки электромагнита по сравнению с расчетной, чтобы срок ее службы сократился вдвое. При больших перегрузках изоляция быстро разрушается (перегорает) и между проводами возникает короткое замыкание.

С крайней опасностью перегрузок и КЗ столкнулись еще первые электротехники. Поэтому в числе самых первых, самых необходимых аппаратов (рубильников, патронов) были созданы и простейшие предохранители — приспособления, автоматически прерывающие ток при длительных перегрузках и практически мгновенно — при коротких замыканиях.

Чтобы разобраться, на чем основана защита и как содержать ее в исправном состоянии, нужно отдать себе отчет во взаимной связи некоторых явлений.

Количество теплоты и температура

Количество теплоты, выделяющейся в проводнике при прохождении по нему тока, пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени прохождения тока.

Значит, чем дольше включены лампы, приборы, провода, тем больше теплоты в них выделяется. При этих условиях, казалось бы, и температура должна непрерывно возрастать. Однако из повседневного опыта каждый знает, что это не так.

Накал лампы не увеличивается с течением времени, плитка при включении в сеть действительно накаляется постепенно, но, достигнув определенного накала, больше не разогревается. В чем же здесь дело?

Дело в том, что одновременно с нагреванием всегда происходит охлаждение, причем, чем выше температура, тем охлаждение интенсивнее. Поэтому рост температуры постепенно замедляется и, наконец, при некоторой температуре, наступает равновесие: сколько теплоты выделяется, столько же и отводится.

Как же поступить, если температура слишком высока, а нагрузку снизить нельзя? Здесь есть два пути: либо улучшить охлаждение, либо уменьшить количество выделяющейся теплоты. Но так как устраивать вентиляцию для охлаждения проводов и приборов практически невозможно, то идут по второму пути. При этом уменьшать можно только сопротивление, но не ток (это значило бы ограничить величину потребления электроэнергии) и не время (это значило бы отключить потребителей раньше, чем нужно).

А уменьшить сопротивление можно просто: либо вместо алюминиевых проводов взять медные, так как медь лучше проводит электричество, либо увеличить поперечное сечение проводов. Так обычно и поступают, руководствуясь нормами, где указаны предельные нагрузки для проводов каждого сечения.

Температуры различных частей одной и той же цепи

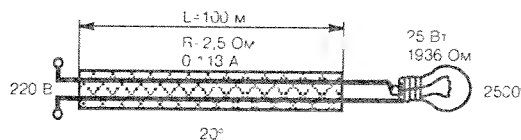


Рис. 20.1.

На рис. 20.1 изображена электрическая цепь, во всех частях которой, т.е. и через провода и через лампу, проходит один и тот же ток. Однако нить лампы раскалена до 2500°C , а провода холодные. Почему? Потому что, во-первых, сопротивление нити велико (1936 Ом), а проводов мало ($2,5\text{ Ом}$), значит в нити выделяется в $1936:2,5 = 775$ раз больше теплоты. Во-вторых, масса нити мала и сосредоточена в небольшом пространстве, масса проводов значительно больше и провода растянуты на 100 м . Значит нить охлаждается плохо, а провода хорошо. Одним словом, в одной и той же цепи могут быть участки, имеющие различные температуры.

Классификация приборов по способу защиты от поражения током

Теперь расшифрую смысл указанного на электроприборе класса его защиты. ГОСТ Р МЭК 536-94 определяет классы оборудования. Разделение на классы защиты отражает не уровень безопасности оборудования, а лишь указывает на то, каким способом осуществляется защита от поражения электрическим током.

Электроприборы класса 0 — это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией, при этом отсутствует электрическое соединение открытых проводящих частей, если таковые имеются, с защитным проводником стационарной проводки. При пробое основной изоляции защита должна обеспечиваться окружающей средой (воздух, изоляция пола и т.п.).

Электроприборы класса I — это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией и соединением открытых проводящих частей, доступных прикосновению, с защитным проводником стационарной проводки. В этом случае открытые проводящие части, доступные прикосновению, не могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции после срабатывания соответствующей защиты. У оборудования, предназначенного для использования с гибким кабелем, к этим средствам относится защитный проводник, являющийся частью гибкого кабеля.

Электроприборы класса II — это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается применением двойной или

усиленной изоляции. В приборах класса II отсутствуют средства защитного заземления и защитные свойства окружающей среды не используются в качестве меры обеспечения безопасности.

В некоторых специальных случаях (например, для входных клемм электрооборудования) в оборудовании класса II может быть предусмотрено защитное сопротивление, если оно необходимо и его применение не приводит к снижению уровня безопасности. Оборудование класса II может быть снабжено средствами для обеспечения постоянного контроля целостности защитных цепей при условии, что эти средства составляют неотъемлемую часть оборудования и изолированы от доступных поверхностей в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оборудованию класса II.

В некоторых случаях необходимо различать оборудование класса II «полностью изолированное» и оборудование «с металлической оболочкой». Оборудование класса II с металлической оболочкой может быть снабжено средствами для соединения оболочки с проводником уравнивания потенциала, только если это требование предусмотрено стандартом на соответствующее оборудование. Оборудование класса II в функциональных целях допускается снабжать устройством заземления, отличающимся от устройства заземления, применяемого в защитных целях, при условии, что это требование предусмотрено стандартом на соответствующее оборудование.

Электроприборы класса III — это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током основана на питании от источника безопасного сверхнизкого напряжения и в котором не возникают напряжения выше безопасного сверхнизкого напряжения. В оборудовании класса III не должно быть заземляющего зажима.

Оборудование класса III с металлической оболочкой допускается снабжать средствами для соединения оболочки с проводником уравнивания потенциала при условии, что это требование предусмотрено стандартом на соответствующее оборудование. Оборудование класса III допускается снабжать устройством заземления в функциональных целях, отличающимся от устройства заземления, применяемого в защитных целях, при условии, что это требование предусмотрено стандартом на соответствующее оборудование.

Необходимые термины

Рассмотрим некоторые термины, которые могут понадобиться при рассмотрении материала этой главы, а также назначение применяемых устройств.

Автоматические выключатели предназначены для бытового и промышленного применения для защиты однофазных и трехфазных цепей с номинальным током защиты от 0,5 А до 125 А.

Кнопки и посты кнопочные предназначены для дистанционного управления реверсивными и неревверсивными электромагнитными пускателями и контакторами электрических талей с односкоростными и двухскоростными электродвигателями в электрических цепях управления напряжением до 220 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц.

Контакты предназначены для частых (до нескольких тысяч в час) дистанционных коммутаций электрической цепи при нормальном режиме работы. Маркировка контактов переменного тока буквенно-цифровая. Первые две буквы КТ обозначают контакт переменного тока, третья буква П — включающая катушка питается постоянным током. Первые две цифры обозначают серию контактора. Третья цифра от 1 до 6 шифрует величину контактора, которая обуславливает его номинальный ток.

Концевые и пакетные выключатели предназначены для установки в электрических цепях управления, в автоматических линиях, станках-автоматах напряжением до 220 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц.

Магнитные пускатели предназначены для дистанционного управления (пуска, останова и реверса) и защиты от перегрузок асинхронных двигателей. Пускатель состоит из контактора и теплового реле. В маркировке пускателя используются буквенные сочетания, обозначающие серию пускателей. Первая цифра от 0 до 6 обозначает величину пускателя и шифрует его номинальный ток. Сочетание остальных цифр указывает на степень защиты от воздействия внешней среды, наличие режима реверса, теплового реле, кнопки управления и др.

Предохранители плавкие предназначены для защиты электрооборудования промышленных установок и электрических сетей от перегрузок и коротких замыканий. Номинальное напряжение — 380 В переменного тока частоты 50, 60 Гц и 220 В постоянного тока.

Рубильники предназначены для включения, пропускания и отключения переменного тока номинальным напряжением до 660 В, номинальной частоты 50 и 60 Гц и постоянного тока номинальным напряжением до 440 В в устройствах распределения электрической энергии.

Устройства защитного отключения (УЗО) предназначены для защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при непреднамеренном контакте с открытыми токопроводящими частями электроустановок, а также для предотвращения возгораний и пожаров, возникающих вследствие протекания токов утечки и замыканий на землю.

Современные требования безопасности распределения электроэнергии предполагают защиту от утечки тока. При выборе УЗО важно оценить вид утечки тока, возможную величину тока утечки, а также номинальное значение тока нагрузки (до 80 А). УЗО выпускаются в двухполюсном и четырехполюсном исполнении для переменного-пульсирующего и переменного тока утечки. Ток утечки 30 мА рекомендуется для защиты от поражения человека электрическим током, ток утечки 100 мА, 300 мА, 500 мА — для отключения при механическом повреждении кабеля электропередачи.

Щиты этажные предназначены для приема, распределения и учета электроэнергии переменного тока напряжением 220 В частоты 50 Гц систем с глухозаземленной нейтралью, для защиты линий от перегрузок, токов короткого замыкания и токов утечки, а также для размещения устройств радиотрансляционной, телефонной и телевизионной сетей. Они предназначены для установки в нишах лестничной клетки, и в зависимости от исполнения позволяют подключать 2, 3 или 4 квартиры жилого дома.

Щиты квартирные предназначены для распределения и учета электрической энергии, также для защиты исходящих линий при перегрузках, коротких замыканиях и недопустимых токах утечки на землю в однофазных и трехфазных сетях с глухозаземленной нейтралью.



Плавкие предохранители

Назначение и принцип действия

Определение и назначение

Плавкий предохранитель — это коммутационный электрический элемент, предназначенный для отключения защищаемой цепи путем расплавления защитного элемента. Изготавливают плавкие элементы из свинца, сплавов свинца с оловом, цинка, меди. Предназначены для защиты электрооборудования и сетей от токов короткого замыкания и недопустимых длительных перегрузок.

Режимы работы предохранителя

Работа предохранителя протекает в двух резко различающихся режимах: в нормальных условиях; в условиях перегрузок и коротких замыканий.

Первый этап — работа в штатном режиме сети. В нормальных условиях нагрев плавкого элемента имеет характер установившегося процесса, при котором все выделяемое в нем количество теплоты отдается в окружающую среду. При этом, кроме элемента, нагреваются до установившейся температуры и все другие детали предохранителя. Эта температура не должна превышать допустимых значений.

Силу тока, на которую рассчитан плавкий элемент для длительной работы, называют номинальной силой тока плавкого элемента ($I_{\text{ном}}$). Она может быть отлична от номинальной силы тока самого предохранителя. Обычно в один и тот же предохранитель можно вставлять плавкие элементы на различные номинальные значения силы тока.

Номинальная сила тока предохранителя, указанная на нем, равна наибольшему значению тока плавкого элемента, предназначенного для данной конструкции предохранителя. При номинальной силе тока избыточное количество теплоты вследствие теплопроводности материала элемента успевает распространиться к более широким частям, и весь элемент практически нагревается до одной температуры.

Второй этап — возрастание силы тока в сети. Чтобы значительно сократить время плавления вставки при возрастании силы тока, элемент выполняют в виде пластинки с вырезами, уменьшающими ее сечение на отдельных участках. На этих суженных участках выделяется большее количество теплоты, чем на широких.

При коротком замыкании нагревание суженных участков происходит настолько интенсивно, что отводом количества теплоты практически можно пренебречь. Плавкий элемент расплавляется («перегорает») одновременно во всех или в нескольких суженных местах, причем сила тока в цепи при коротком замыкании не успевает достичь установившегося значения.

В момент расплавления элемента в месте разрыва цепи возникает электрическая дуга. Гашение дуги в современных предохранителях происходит в ограниченном объеме патрона предохранителя. При этом плавкие предохранители делают такими, чтобы жидкий металл не мог повредить окружающие предметы.

Общее устройство и конструкция

В общем случае современный предохранитель состоит из двух основных частей: фарфорового основания с металлической резьбой; сменной плавкой вставки (рис. 21.1).

Плавкая вставка такого предохранителя рассчитана на номинальные токи 10, 16, 20 А. По своей конструкции предохранители могут быть резьбового типа (пробочные) или трубчатые. На рис. 21.2 представлен предохранитель ППТ-10 с плавкой вставкой ВТФ (вставка трубчатая фарфоровая) на 6 или 10 А для установок до 250 В. Основание пластмассовое, крепится к несущей конструкции винтом. Внутри трубки (ВТФ) находится сухой кварцевый песок. Трубка устанавливается в отверстие крышки предохранителя. К основным параметрам предохранителей относятся: номинальный ток; номинальное напряжение; предельно отключаемый ток.

Фарфоровое основание
с металлической резьбой



Рис. 21.1. Общий вид предохранителя со сменной вставкой

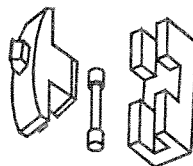


Рис. 21.2. Конструкция плавкого предохранителя

Принцип действия

Плавкая вставка при протекании по ней тока нагревается. Во время протекания через нее большого тока за счет перегрузки или короткого замыкания она перегорает. Время перегорания предохранителей зависит от силы тока, проходящего через нить. Так, при коротком замыкании, пре-

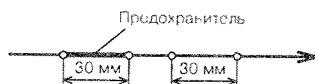


Рис. 21.3. Принцип действия плавкого предохранителя при КЗ

дохранители перегорают достаточно быстро, и в этом наиболее опасном случае служат простой, дешевой и надежной защитой. Чтобы при перегорании плавкой вставки в предохранителе не проявилось опасное явление электрической дуги, вставка помещается в фарфоровую трубку.



Пример. Введем в цепь на рис. 21.3 предохраняющий участок длиной 30 мм из медной проволоки диаметром 0,2 мм. Площадь ее поперечного сечения:

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi/4 \cdot d^2 = 3,14 \cdot 0,2^2 : 4 = 0,0031 \text{ мм}^2.$$

Сопротивление предохраняющего участка составляет 0,029 Ом. Затем мысленно выделим участок такой же длины, сопротивление рабочего алюминиевого провода сечением 2,5 мм² такой же длины равно 0,00063 Ом. Так как при равных условиях количество теплоты пропорционально сопротивлению, в проволочке предохранителя выделится в 0,029 : 0,00063 = 46 раз больше теплоты.

Выводы. При длительно допустимом для данного провода токе, он нагревается умеренно, а температура проволочки значительно выше, но она при этом не перегорает. При коротком замыкании проволочка настолько быстро нагревается, что перегорает. За это время рабочий провод не успевает нагреться до температуры, опасной для его изоляции.

Важнейшая характеристика предохранителя — зависимость времени перегорания плавкого элемента от силы тока — времятоковая характеристика представлена на рис. 21.4.

Достоинства плавких предохранителей

1. Время перегорания предохранителей зависит от силы тока, проходящего через нить. Так, при коротком замыкании, когда ток очень велик, предохранители перегорают достаточно быстро, и в этом наиболее опасном случае служат простой, дешевой и надежной защитой.

2. В большинстве плавких предохранителей предусмотрена возможность безопасной замены плавкой вставки под напряжением.

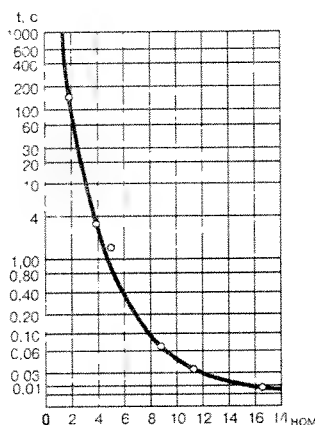


Рис. 21.4. Времятоковая характеристика предохранителей серии ПН-2

Недостатки плавких предохранителей

1. Если ток в цепи незначительно превышает допустимый, плавкие предохранители плохо выполняют защитную роль.



Примеры. При перегрузках до 30% срок службы проводки заметно сокращается, а предохранители не перегорают. При больших величинах перегрузок (до 50...70%) время перегорания предохранителей составляет от минуты до десятков минут. За это время изоляция перегруженных проводов успевает сильно перегреться.

2. Другим недостатком предохранителей является их повреждаемость. После перегорания пробку нужно заменять новой (перезаряжать). Для простоты восстановления в конструкции плавких предохранителей применяют сменные калиброванные плавкие вставки.

Разновидности и устройство предохранителей

Процесс совершенствования конструкции и потребительских свойств плавких предохранителей происходит непрерывно. В ходе совершенствования появились в их конструкции защитные элементы от применения плавкой вставки большего номинала, увеличилось количество номиналов плавких вставок, предохранители стали удобнее в эксплуатации.

Предохранитель с задним присоединением проводов

Применялся в старых домах. Монтировался на щитке из изоляционного материала. Вводные шпильки (рис. 21.5) проходили через отверстия в щитке, он отстоял достаточно далеко от стены. В настоящее время не устанавливаются.



Рис. 21.5. Предохранитель с задним присоединением

Предохранитель в виде гриба

Применялся в старых домах на лестничных клетках (рис. 21.6). Через пробку, внутри которой проходит калиброванная проволока (она и является плавкой вставкой), соединяется металлическая полоса, включенная в провод стояка, с металлической полосой, от которой сделано ответвление в квартиру. Достигается это следующим образом. В полосе имеется широкое отверстие, в центре которого проходит сравнительно тонкий металлический стержень, соединенный с полосой. На стержень надевается пробка, затем навинчивается фарфоровая головка гриба, в которой снизу есть металлическое кольцо. При этом получается соединение: верхняя полоса — нижнее кольцо — проволока — верхнее кольцо — головка — стержень — нижняя полоса.

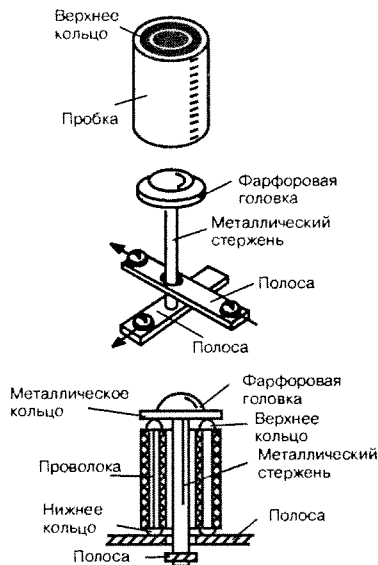
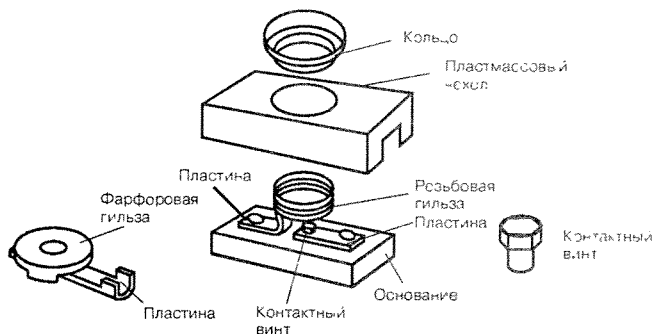


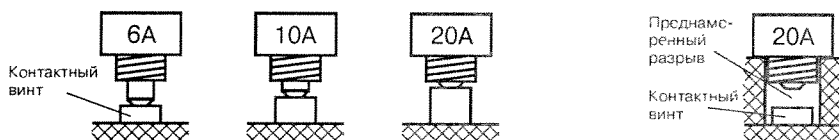
Рис. 21.6. Предохранители в виде гриба

Предохранитель с контактными винтами

Предохранитель однополюсный резьбовой E27 (рис. 21.7) предназначен для переднего присоединения проводов к пластинам, которые укреплены на фарфоровом основании. Одна пластина соединена с резьбовой гильзой, в другую пластину ввинчен контактный винт. Пластмассовый чехол укрепляется на предохранителе при ввинчивании кольца.



Устройство предохранителей с контактными винтами



Принцип действия контактного винта

Рис. 21.7. Предохранители с контактными винтами

Особенностью этих предохранителей является применение контактного винта, задачей которого является не допустить ввинчивания по ошибке в него пробки, рассчитанной на больший ток. Если контактного винта нет, то пробка не достанет до пластины, и цепь будет разорвана. Это нужно знать, так как по неведению можно купить пробки и контактные винты не соответствующие друг другу.



Внимание!

Каждому сечению проводов должны соответствовать вполне определенные предохранители, иначе они не обеспечат электрической защиты.

И контактные винты исключают применение пробок на ток больший, чем допустимо. Чем больше ток, тем пробка короче, а контактный винт длиннее. Таким образом конструктор предупредил возможную ошибку. Отмечу, что на сегодняшний момент предохранители с контактными винтами — конструкция устаревшая.

Предохранители с контрольными гильзами

В этих предохранителях роль элемента, который исключает ввинчивание пробки, рассчитанной на больший ток, выполняет контрольная фарфоровая гильза с отверстием в центре.

В предохранителях на 6,3 А диаметр отверстия таков, что в него входит плавкая вставка диаметром 6 мм, но вставки больших диаметров не входят.

В предохранителях на 10 А в отверстие входят вставки диаметром 8 мм, в предохранителях на 16 А — 10 мм, на 20 А — 12 мм. Все вставки имеют одну и ту же длину. Сказанное иллюстрирует рис. 21.8.

Предохранители с контрольными гильзами комплектуются **разборными пробками** со сменными плавкими вставками заводского изготовления.

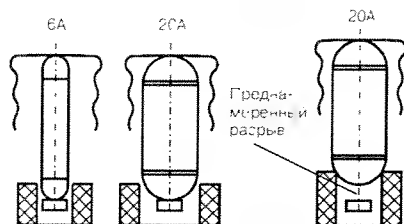


Рис. 21.8. Предохранители с контрольными гильзами

Разновидности винчиваемых пробок

Неразборная пробка. Общий вид неразборной пробки и схема ее устройства представлены на рис. 21.9. Детали соединены калиброванной проволокой. Если пробка перегорает, то ее нужно выбрасывать, т.к. правильно перезарядить пробку в домашних условиях невозможно.



Внимание! Нельзя восстанавливать предохранители проволокой или гвоздями («жучком»), то есть вставлять вместо сгоревшей проволоки другую, более мощную. С установкой «жучка» появляется опасность короткого замыкания и возгорания, потому что «жучок» не будет предохранять вашу сеть от перегрузок.



Рис. 21.9. Внешний вид неразборной пробки

В настоящее время предохранители с неразборными пробками заменены **предохранителями с разборными пробками**, со сменными плавкими вставками заводского изготовления.

Пробки со сменными плавкими вставками. На рис. 21.10 слева показаны, пробки первого исполнения на 6,3 и 10 А, а справа — второго исполнения на 6,3; 10; 16 и 20 А. В головку предохранителя свободно вставляется вставка — фарфоровая или стеклянная трубка, которая заканчивается металлическими деталями. Внутри трубки они соединены калиброванной проволокой. Головка со вставленной вставкой ввинчивается в предохранитель (рис. 21.11).

В настоящее время существуют более совершенные способы защиты электрических цепей, чем плавкие предохранители, осуществляемые с помощью **автоматических выключателей**. Именно поэтому, даже в тех случаях, когда в доме на электрических щитках смонтированы патроны для установки плавких предохранителей, в них часто вместо пробок с плавкими вставками ввинчивают предохранители (П) автоматические (А) резьбовые (Р) типа ПАР-6,3 (ПАР-10) на номинальные токи 6,3 и 10 А, соответственно.

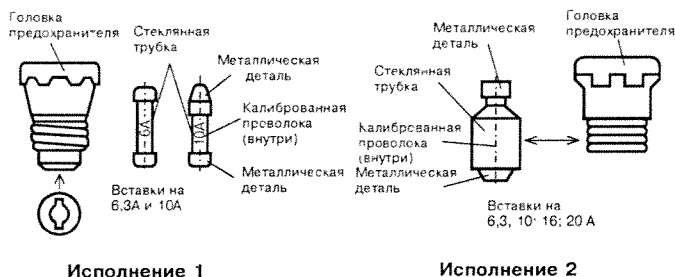


Рис. 21.10. Проби со сменными плавкими вставками

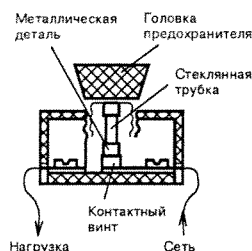


Рис. 21.11. Схема включения

Резьбовые предохранители ПРС (фарфоровые, пробочные) изготовляют на напряжение до 440 В и силу тока 6, 25, 63 и 100 А. В предохранители могут быть установлены элементы на 1, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 40, 63, 80 и 100 А (рис. 21.12).

Трубчатые предохранители с закрытыми разборными патронами ПР-2 для небытового применения выпускаются промышленностью на номинальное напряжение 220 В (короткий патрон) и 500 В (длинный патрон) и номинальную силу тока 15, 60, 100, 200, от 350 до 1000 А, а плавкие элементы к ним — на номинальную силу тока 6, 10, 15, 20, 25, 35, 45, 60, 80, 100, 125, 160, 200, 225, 260, 300 А и более.

Данные плавких предохранителей массового применения показаны в табл. 21.1. Данные предохранители имеют заполнение корпуса в виде кварцевого песка, у предохранителей НПН стеклянный корпус круглого сечения, а у ПН2 — фарфоровый корпус прямоугольного сечения.

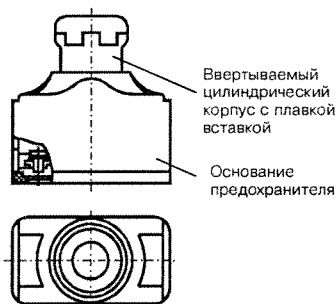


Рис. 21.12. Предохранитель серии ПРС

Данные плавких предохранителей массового применения

Таблица 21.1

Тип предохранителя	Номинальный ток, А		Наибольший отключаемый ток при напряжении до 500 В, А
	предохранителя	плавких вставок	
НПН15	15	6, 10, 15	10 000
НПН60М	60	20, 25, 35, 45, 60	
ПН2-100	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	50 000
ПН2-250	250	80, 100, 120, 150, 200, 250	40 000
ПН2-400	400	200, 250, 300, 350, 400	25 000
ПН2-600	600	300, 400, 500, 600	25 000
ПН2-1000	1000	500, 600, 750, 800, 1000	10 000

Расчеты при выборе предохранителей

Прикидочный расчет номинала необходимой плавкой вставки

Исходя из суммарной мощности потребителей в вашей квартире необходимо определить рабочий ток, по которому производится выбор плавкой вставки предохранителя.



Правила

1. При однофазной нагрузке на 1 кВт мощности приходится ток, равный 5 А.
2. При трехфазной нагрузке на 1 кВт мощности приходится ток, равный 3 А.

Зная нагрузку, определяют номинальный ток плавкой вставки или автоматического выключателя.



Пример 1. Необходимо выбрать защиту для электропроводки в доме.

1. Определяем суммарную нагрузку в доме сложением, получаем 2,2 кВт.
2. Из правила 1 получаем: $2,2 \cdot 5 = 11$ (А).
3. Номинальный ток плавкой вставки предохранителя должен быть больше рабочего тока. Выбираем плавкую вставку на 16 А.

Таким образом, токи плавких вставок для проводов осветительной сети выбирают по номинальному току: $I_{\text{пл вст}}$ должен быть больше $I_{\text{ном}}$.



Пример 2. Необходимо выбрать защиту для трехфазного электродвигателя мощностью 3 кВт.

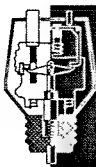
1. Из правила 2 получаем: $3 \cdot 3 = 9$ А.
2. Выбираем пробку на 10 А.

Выбор плавких вставок для защиты асинхронных электродвигателей

При выборе плавких вставок для защиты асинхронных электродвигателей необходимо учитывать, что пусковой ток двигателя в 5...7 раз больше номинального. Поэтому выбирать плавкую вставку по номинальному току нельзя, так как она при пуске электродвигателя перегорит.

Для асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при небольшой частоте включения и легких условиях пуска ($t_{\text{пуск}} = 5...10$ с) номинальный ток плавкой вставки должен быть не менее 0,4 пускового тока электродвигателя.

При тяжелых условиях работы (частые пуски, продолжительность разбега до 40 с) соотношение рекомендуется увеличить с 0,4 до 0,6.



А

ВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Назначение

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для защиты электрических цепей от короткого замыкания, изменения напряжения, перегрузок и других нарушениях режима работы цепи, а также для ручного отключения и включения линий и потребителей энергии. Автоматические выключатели относятся к защитным устройствам многократного действия.

Включают цепь автоматическим выключателем вручную, а **отключать ее** могут как вручную, так и автоматически, в результате срабатывания вмонтированного в корпус **расцепителя**. Последний представляет собой блок, встроенный в корпус выключателя и предназначенный для отключения выключателя под действием тока, превышающего ток настройки.

Во всех автоматах **расцепляющее устройство** конструируют так, что исключается возможность удерживания контактов выключателя во включенном положении (кнопкой, рукояткой или дистанционным приводом) при отклонении от режима работы в защищаемой цепи. **Быстрота отключения** не зависит от оператора, а определяется исключительно конструкцией расцепителя.

Преимущества автоматов перед плавкими предохранителями

Во-первых, они срабатывают надежнее, чем плавкие предохранители.

Во-вторых, при защите трехфазного устройства устраняется возможность его работы в неполнофазном режиме, так как при перегрузках и коротких замыканиях отключаются сразу же все три фазы.

В-третьих, значительно снижаются простои электрооборудования из-за того, что на включение сработавшего автомата требуется меньше времени, чем на замену перегоревшего предохранителя.

Основные требования к автоматическим выключателям

Во всех автоматах главная контактная система должна:

- обеспечивать, не перегреваясь и не окисляясь, продолжительный режим работы при номинальной силе тока;
- не повреждаясь, отключать цепь при токах короткого замыкания.

Виды применяемых расцепителей

Конструкции автоматических выключателей различаются **расцепителями** — встроенными устройствами в виде защитных реле для дистанционного отключения.

Автоматы с **тепловыми расцепителями** предназначены для защиты от перегрузок. В качестве теплового расцепителя служит биметаллическая пластинка. При прохождении по ней тока перегрузки она изгибается и приводит в действие расцепляющий механизм, отключающий автомат. Тепловые расцепители отключают цепь в зависимости от длительности и силы тока, превышающего уставку теплового расцепителя.



Совет. Силу тока уставки теплового расцепителя выбирают равной 125...150% от значения длительной силы тока максимально допустимой нагрузки.

Автоматы с **электромагнитным расцепителем** служат для защиты от коротких замыканий. Автомат с электромагнитным расцепителем в каждой фазе имеет электромагнитное реле максимального тока, состоящее из катушки, сердечника и пружины. Ток короткого замыкания, проходя по катушке, содействует втягиванию внутрь ее сердечника, который сжимает пружину и приводит в действие расцепляющее устройство. Такое отключение называют отсечкой. Электромагнитные расцепители срабатывают практически мгновенно (за 0,02 с).



Совет. Силу тока уставки электромагнитного расцепителя выбирают на 20...30% выше наибольшей силы тока кратковременной перегрузки, возможной, например, при пуске электрических двигателей.

Автоматы с **комбинированным расцепителем** имеют как тепловой, так и электромагнитный расцепители. При наличии комбинированного расцепителя выключатель мгновенно срабатывает при сверхтоках и с выдержкой времени от перегрузок, определяемой тепловым расцепителем.

Расцепитель минимального напряжения срабатывает при снижениях напряжения до 70...30% номинального.

Для выключателя данной величины может быть несколько расцепителей, имеющих свои разные номинальные токи, которые могут регулироваться. Установка на ток мгновенного срабатывания, или ток отсечки, означает, что при данном токе срабатывает электромагнитный расцепитель данного выключателя.

Предельная коммутационная способность означает предельный ток, который может отключить выключатель.

Кроме того, автоматические выключатели разных серий и типов различают по следующим признакам:

- вид тока (переменный, постоянный);
- напряжение и номинальная сила тока автомата;
- количество полюсов (1, 2 и 3);
- номинальная сила тока расцепителей.

Сокращенные обозначения расцепителей

Т — только тепловой.

М — только электромагнитный.

МТ — комбинированный, т.е. тепловой и электромагнитный вместе.

Основные типы применяемых автоматических выключателей

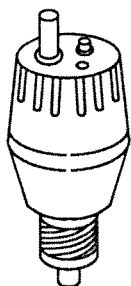


Рис. 22.1. Общий вид автоматического резьбового предохранителя типа ПАР-6,3

Автоматические выключатели можно разделить на две группы:

- Автоматы без регулировки силы тока уставки тепловых расцепителей. К нерегулируемым автоматам относятся выключатели серий А3100, АЕ1000, АЕ2000, АК63, АБ25.
- Автоматы с регулировкой силы тока уставки расцепителей. К ним относятся выключатели серий АП50, А3700, АВ, АВМ. Конструкции некоторых серий этих автоматов весьма сложны. Есть, например, автоматы с часовым механизмом, с электродвигательным приводом для включения, с гидравлическим замедлителем отключения расцепителя.

Выбор типа автоматического выключателя

При выборе автомата исходят из того, что его номинальное напряжение должно быть выше или равно номинальному напряжению сети. Определяют также с помощью расчетов **максимальную силу тока короткого замыкания** в зоне защиты и предельно допустимую силу тока автоматического выключателя выбирают больше этой величины.

Номинальная сила тока расцепителя, кроме того, должна быть несколько больше значения силы тока длительной максимальной нагрузки, иначе автомат будет отключать цепь не только при отклонении силы тока от своего заданного значения, но и при нормальном режиме работы.

Кроме всего этого, необходимо обеспечить **избирательность (селективность) действия автомата**: он должен отключать защищаемый объект раньше, чем другие аппараты защиты, расположенные ближе к источнику питания, отключат всю группу потребителей.

В домах в зависимости от используемой сети применяются либо трехполюсные, либо однополюсные автоматические выключатели. **Трехполюсные** служат для защиты электроприемников трехфазного тока, например, двигателей насосов водоснабжения, теплоснабжения и лифтов. Каждый полюс трехполюсного автоматического выключателя вводится в фазный провод сети. При срабатывании автоматического выключателя одновременно отключаются все три фазы. **Однополюсные** автоматические выключатели вводятся в фазные провода осветительных сетей.

Расчет характеристик автоматического выключателя

Во-первых, определим токи уставки теплового и электромагнитного расцепителей. Напомню, что тепловой расцепитель автомата защищает электроустановку от длительной перегрузки по току. Ток уставки теплового расцепителя принимается на 15...20% больше рабочего тока:

$$I_{T.P.} = (1,15...1,2) \cdot I_p,$$

где I_p — рабочий ток электроустановки, А.

Электромагнитный расцепитель автомата защищает электроустановку от коротких замыканий. Ток уставки электромагнитного расцепителя определяется из следующих соображений: автомат не должен срабатывать от пусковых токов двигателя электроустановки $I_{пуск\ дв.}$, срабатывания электромагнитного расцепителя $I_{ЭМР}$ выбирается кратным току срабатывания теплового расцепителя:

$$I_{ЭМР} = K \cdot I_{T.P.},$$

где $K = 4,5...10$ — коэффициент кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя.

Во-вторых, выбранный автоматический выключатель проверяется по отключающей способности.

Автоматы с номинальным током до 100 А должны срабатывать при условии:

$$I_{ЭМР} = K \cdot I_{О.К.З.},$$

где $I_{О.К.З.}$ — ток однофазного короткого замыкания.

Автоматы с номинальным током более 100 А должны срабатывать при:

$$I_{ЭМР} = 1,26 \cdot I_{О.К.З.}$$

В-третьих, выбранный автоматический выключатель проверяется по чувствительности.

Чувствительность автомата, имеющего только тепловой расцепитель, определяется соотношением:

$$I_{L.P} = 3 \cdot I_{0.K.1}.$$

Отключающая способность автомата с электромагнитным расцепителем определяется величиной тока трехфазного короткого замыкания:

$$I_{ЭМП\ ОТКЛ} \geq 1,26 \cdot I_{Т.К.З}.$$

Области применения автоматов различных типов

В осветительных сетях наиболее часто применяются:

- резьбовые автоматические выключатели типа ПАР на 6,3 А; 10 А и 16 А 250 В (рис. 22.1);
- автоматические выключатели АЕ10 на 16 А; 25 А 250 В (рис. 22.2).

Автоматы, предназначенные для защиты квартирных групповых сетей от перегрузок и коротких замыканий, имеют наиболее простое устройство.

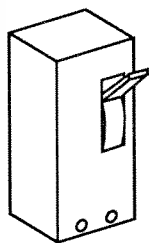


Рис. 22.2.
Автоматический
выключатель
типа АЕ10

Для защиты трехфазных электрических сетей применяют **трехфазные автоматические выключатели серий АЕ20, АП50Б** и др. с номинальными токами на 6,3; 10; 16; 25 и 40 А.

Выключатель АК63 разработан с целью замены выключателя АП50, имеющего малую коммутационную способность. Выключатель имеет расцепители максимального тока на 0,63...63 А, 500 В переменного и 220 В постоянного напряжения, его коммутационная способность в 2,5 раза больше, чем у выключателя АП50. В отличие от выключателей АП50 выключатели АК63 имеют открытые выводы, для закрывания которых могут поставляться крышки. Открытые выводы, не соприкасающиеся с корпусом выключателя, имеют лучший теплоотвод, а при нагреве выводов не происходит выгорания корпуса выключателя.

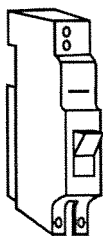


Рис. 22.3.
Однофазный
автоматический
выключатель типа
АЕ1000

Для защиты участков сетей жилых и общественных зданий предназначены **выключатели серии АЕ1000** (рис. 22.3). Они являются однополюсными с расцепителями тепловыми, электромагнитными или комбинированными на токи 6; 10 и 16 А.

Для защиты участков с большим током (например, от перегрузок и токов короткого замыкания асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором) применяются **автоматические выключатели АЕ2000**. Они разрабатывались с целью замены всех других выключателей на ток до

100 А. Они имеют величины на 25, 63 и 100 А с расцепителями максимального тока на 0,6 А и выше, тепловыми и комбинированными расцепителями. Их применяют во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства.

Для защиты электрических установок от перегрузок и коротких замыканий (особенно изолированных проводов и кабелей от недопустимого нагревания в этих режимах), а также для нечастых коммутаций силовых электрических цепей служат **автоматы серии АЗ100** (рис. 22.4).

Области применения других типов автоматов указаны в специализированных справочниках. Основные типы защитных автоматов приведены в табл. 22.1.

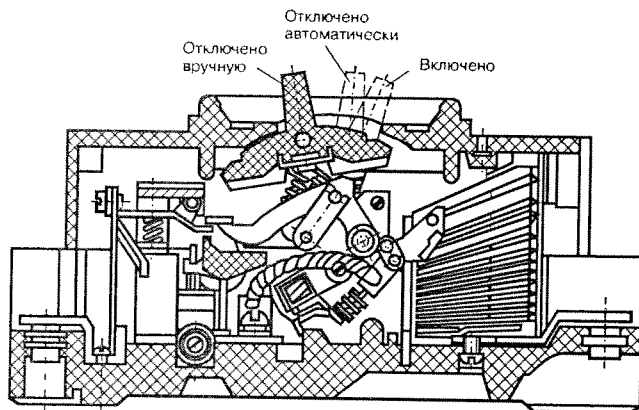


Рис. 22.4.
Установочный
автомат серии
АЗ100

Основные типы защитных автоматов

Таблица 22.1

Величина	Тип	Обозначение типа (по исполнению)	Номинал. ток, А	Число полюсов	Род расцепителя	Номинальный ток расцепителя, А	Установка на ток мгновенного срабатывания, А	Предельная коммутационная способность при 380 В, А
Выключатели АЗ100, напряжение переменное до 500 В, постоянное до 220 В								
I	АЗ160	АЗ161 АЗ162 АЗ163	50	1 2 3	Тепловой	15...20 25...30 40...50	— — —	2000...4500
II	АЗ110	АЗ113/1 АЗ114/1	100	2 3	Комбинированный	15...100	150...1000	3200...12 000
II	АЗ110	АЗ113/5 АЗ114/5	100	2 3	Электромагнитный	15...100	150...1000	3200...12 000
III	АЗ120	АЗ123 АЗ124	100	2 3	Комбинированный	15...100	430; 600; 800	5500...23 000
					Электромагнитный		430; 600; 800	
IV	АЗ130	АЗ133 АЗ134	200	2 3	Комбинированный	120; 150; 200	840; 1050; 1400	19 000... 30 000
					Электромагнитный	200	840; 1050; 1400	
V	АЗ140	АЗ143 АЗ144	600	2 3	Комбинированный	250; 300; 400; 500; 600	1750...4200	32 000... 50 000
					Электромагнитный	600		

Таблица 22.1 (продолжение)

Величина	Тип	Обозначение типа (по исполнению)	Номинал. ток, А	Число полюсов	Род расцепителя	Номинальный ток расцепителя, А	Установка на ток мгновенного срабатывания, А	Предельная коммутационная способность при 380 В, А
Выключатели АП50, напряжение переменное до 500 В, постоянное до 220 В								
	АП50	АП50-3МТ АП50-2МТ	50	3 2	Комбинированный	1,6...50	$11 \cdot I_n$ $7 \cdot I_n$ $3,5 \cdot I_n$	300...1500
		АП50-3М АП50-2М		3 2	Электромагнитный	1,6...50	$11 \cdot I_n$ $7 \cdot I_n$ $3,5 \cdot I_n$	300...1500
		АП50-3Т АП50-2Т		3 2	Тепловой	1,6...50	—	14-кратный I_n расцепителя
		АП50-3 АП50-2		3 2	Без расцепителей			50
Выключатели АЗ700, напряжение переменное до 660 В, постоянное до 440 В								
I	АЗ710Б	АЗ713Б АЗ714Б	160	2 3	Электромагнитный	31,5...160	$(2...10) \cdot I_n$	
II	АЗ720Б	АЗ723Б АЗ724Б	250	2 3		160; 200; 250		
III	АЗ730Б	АЗ733Б АЗ734Б	400	2 3		160; 200; 250; 315; 400		
IV	АЗ740Б	АЗ743Б АЗ744Б	630	2 3		250; 315; 400; 630		
Выключатели АЕ2000, напряжение переменное до 500 В, постоянное до 220 В								
	АЕ2000	АЕ2010	25	3	Комбинированный тепловой	0,32...1,6 8...10		5000
		АЕ2030			Комбинированный	0,6...1,6		5000
					Комбинированный	2...12,5		
					Тепловой	2...4		
					Тепловой	5...12,5		
					Комбинированный	16...25		
		АЕ2040			Комбинированный	10...12,5 16...25		
		АЕ2050	63		Комбинированный	16...25		10 000
					Комбинированный	32...63		
			100		Комбинированный	50...100		16 000
Выключатели АК50, напряжение переменное до 500 В, постоянное до 220 В								
	АК50	АК50	50	2 (220 В) 2, 3 (500 В)	Электромагнитный с замедлением и без него	0,6; 0,8...40; 45; 50	$1,35 \cdot I_n$ $5 \cdot I_n$, $7 \cdot I_n$ $10 \cdot I_n$	4500 (220 В) 9000 (500 В)
Выключатели АК63, напряжение переменное до 500 В, постоянное до 240 В								
	АК63	АК63	63	1, 2 (240 В) 2, 3 (500 В)	Электромагнитный с замедлением и без него	0,63, 0,8... 63	$1,3 \cdot I_n$ $3 \cdot I_n$ $14 \cdot I_n$	3000...5000 (240 В) 6000 (500 В)

Принцип действия автоматического выключателя серии ПАР

Теперь рассмотрим детально принцип действия основных типов автоматических выключателей. На корпусе выключателя написаны номинальные данные:

- предельное напряжение сети, в которой может применяться ПАР, например, 250 В;
- номинальный ток, например, 6,3 или 10 А.

Когда автоматический выключатель включен, кнопка для его включения утоплена. На кинематических схемах детали показаны простейшим образом: оси обозначены точками (кружками), детали, изготовленные из изоляционных материалов, заштрихованы крест-накрест.

Первый этап — работа в штатном режиме сети. ПАР включен (рис. 22.5). Ток проходит от центрального контакта через неподвижные контакты, соединенные контактным мостиком, биметаллическую пластину (или через проволоку, навитую на нее, в зависимости от конструкции), гибкий проводник и обмотку электромагнита к гильзе. Под действием тока нагрузки биметаллическая пластина нагревается и несколько изгибается, а в электромагните возникают механические усилия, которые тянут сердечник вниз, внутрь электромагнита. Однако, пока сила протекающего тока не превосходит допустимой, ни изгибание биметалла, ни усилия электромагнита не могут изменить положения деталей автоматического выключателя, и он остается включенным.

Второй этап — работа при значительной перегрузке сети. При возникновении долго продолжающейся значительной перегрузки:

- биметаллическая пластина успевает сильно изогнуться. Изгиб происходит тем быстрее, чем перегрузка больше;
- штифт, связанный с пластиной, перемещается влево и переходит в положение, изображенное на рис. 22.6;
- рычаг соскакивает со штифта;

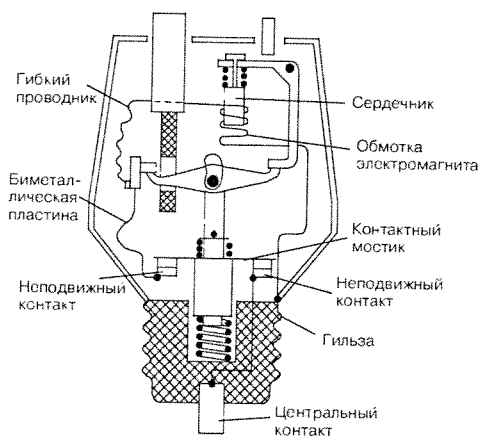


Рис. 22.5. Работа ПАР в штатном режиме

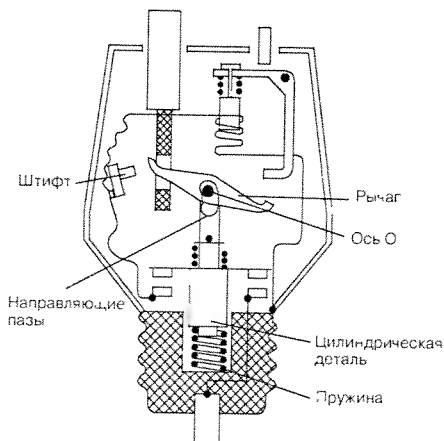


Рис. 22.6. Работа ПАР при значительной нагрузке

- пружина выталкивает вверх цилиндрическую деталь;
- рычаг поворачивается вокруг оси О и благодаря этому ПАР отключается.

Ось при этом перемещается вверх по направляющим пазам.

Третий этап — восстановление температурного режима автомата. Через несколько минут биметаллическая пластинка остывает, после чего автоматический выключатель может быть вновь включен. Если к этому времени причина перегрузки уже устранена, то автоматический выключатель может быть включен и работать в штатном режиме. Если перегрузка не устранена, он через некоторое время опять отключится.

Четвертый этап — ручное включение после восстановления. Автоматический выключатель включается кнопкой. При этом рычаг повернется вокруг оси О и займет положение, показанное на рис. 22.5. Контакты замкнутся, и механизм во включенном положении будет зафиксирован благодаря тому, что левый конец рычага будет удерживаться штифтом, а правый — защелкой.

Пятый этап — работа при коротком замыкании в сети. Если ток в сети резко и значительно возрастает:

- сердечник мгновенно втягивается вниз (рис. 22.7);
- защелка поворачивается вокруг оси O_1 и освобождает рычаг;
- в результате этого автоматический выключатель отключается.

Описанное выше мгновенное отключение называется отсечкой. При последующем включении ПАР, если повреждение в сети не устранено (например, касаются друг друга оголенные провода), ПАР немедленно отключается, независимо от того, сколько времени нажата кнопка включения, и повторно включиться не сможет. Это обязательное требование к автоматическим выключателям (при нажатии кнопки включаться в случае поврежденной сети только 1 раз) обеспечивается так называемым свободным расцеплением. Чтобы повторно включить автомат, надо произвести сознательное действие, в нашем примере отпустить кнопку, а потом еще раз ее нажать.

Шестой этап — отключение вручную. Производится нажатием кнопки для ручного отключения:

- кнопка надавливает на защелку;
- процесс отключения происходит так же, как при автоматическом отключении.

Пружина определяет необходимое положение защелки и сердечника электромагнита. Пружина создает контактное нажатие.

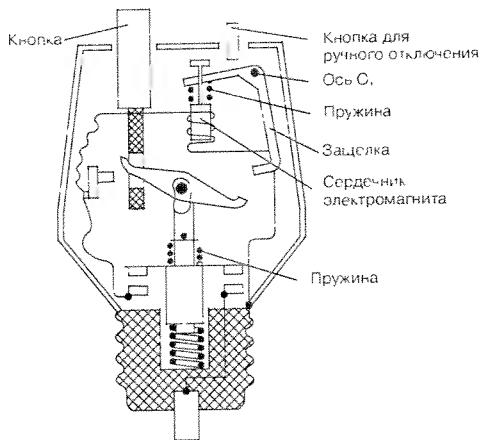
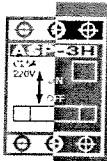


Рис. 22.7. Работа ПАР при коротком замыкании в защищаемой сети



Современные устройства защиты от превышения и «скачков» напряжения

Автоматические выключатели серии ASP

При аварийных ситуациях в электросети жилых домов, квартир, учреждений вместо 220 В может быть подано напряжение до 380...400 В. При таком высоком напряжении горит вся электротехника и резко увеличивается вероятность пожара жилья.



Внимание! Явление перенапряжения в основном связано с обрывом общих питающих нулевых проводников, когда питающее напряжение делится между потребителями неравномерно. Обрыв нулевых проводников может произойти:

- при перегрузке электрической сети (с каждым годом энергоемкость жилья неуклонно возрастает);
- при неблагоприятных погодных условиях, там, где питание подведено воздушной линией (ветер, упавшее дерево — основные причины обрыва нулевых проводов);
- при коротких замыканиях в электрической сети;
- при плохом контакте в местах соединения нулевых проводников;
- при краже цветного металла (проводов);
- при старой, ветхой электропроводке внутридомовой сети;
- из-за ошибок обслуживающего персонала.

При трехфазной системе питания в основном промышленного оборудования, часто выходят из строя электродвигатели, компрессоры холодильных агрегатов, блоки питания и т.д. из-за пропадания одной из фаз, «перекоса» фаз, неравномерном напряжении между фазами. Существуют как однофазные, так и трехфазные устройства защиты серии ASP.

Устройство монтируется в распределительном, этажном или квартирном щитке, исключая прямое прикосновение человека к токоведущим частям. Запрещается эксплуатация устройства при повреждениях корпуса и изоляции присоединительных проводников электросети.



Внимание! Запрещается устанавливать автоматические выключатели ASP в цепи питания трехфазных электродвигателей, а также на объекты, где отключение напряжения может привести к аварии!

Далее приводим описание ряда наиболее широко применяемых моделей автоматических выключателей. Подробно эта информация рассматривается на сайте <http://mentorv.narod.ru>.

Автоматический выключатель ASP-3H

Предназначен для защиты однофазных нагрузок квартиры, частного дома, офиса от превышения и «скачков» сетевого напряжения, токов короткого замыкания и токов перегрузки. Схема включения представлена на рис. 23.1.

Основные параметры:

Рабочее напряжение, В	200...240
Частота, Гц	50...60
Ток нагрузки, А	10, 16, 25, 32, 40, 50, 63
Напряжение отсечки, U_{max} , В	260 ± 5
Уставка (магнитный расцепитель), А	$10 I_n$
Уставка (тепловой расцепитель), А	$1,25 I_n$
Время отключения, не более, с	0,1
Максимальное сечение подключаемых проводов, мм ²	25
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+40

Когда напряжение в сети (или потребляемый ток) выходит за пределы допустимых значений, происходит автоматическое отключение от сети потребителей электроэнергии. При однофазной системе питания ASP-3H устанавливается на вводе. При трехфазной системе питания ASP-3H устанавливается на розеточные группы и группы освещения.

Устройство предназначено для крепления на монтажную планку (DIN-рейку) шириной 35 мм. Рукоятка устройства имеет два положения, обозначенных на лицевой панели: ON (включено) и OFF (выключено).

При отключении устройства в случае возникновения перенапряжения, тока короткого замыкания, тока перегрузки рукоятка переходит в положение OFF. В этом случае необходимо выявить причину, вызвавшую срабатывание ASP. Если обнаружится, что на вводе квартиры, частного дома, офиса напряжение выходит за пределы допустимых значений (более 242 В), то необходимо сообщить об этом в аварийную службу электросетей.

Для приведения устройства в рабочее состояние после тщательного контроля защищаемой электроустановки и устранения причин, вызвавших срабатывание ASP, рукоятка устройства должна быть взведена в положение ON. Чтобы проверить работоспособность автоматического выключателя, необходимо включить его по схеме подать напряжение 220 В, включить его и нажать кнопку TEST. Отключение устройства означает, что оно исправно.



Внимание! Если величина питающего напряжения находится выше нормы — включить устройство невозможно. Чтобы отключить защиту по напряжению, надо отсоединить одну из перемычек на правой секции выключателя, предварительно выключив его переводом рукоятки вниз из положения ON в положение OFF.

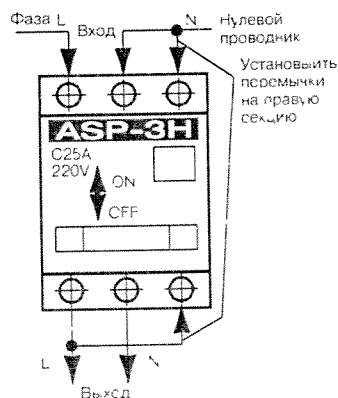


Рис. 23.1. Схема включения ASP-3H

Автоматическое устройство контроля и защиты при авариях в электросети ASPauto1

Представляет собой микропроцессорное устройство, работающее по безопасному алгоритму. Позволяет контролировать качество подаваемой электроэнергии.

Основные параметры:

Рабочее напряжение, В	220
Частота, Гц	50...60
Напряжение отключения, U_{max} , В	255 ± 3
Напряжение отключения, U_{min} , В	185 ± 3
Напряжение включения, U_{max} , В	245 ± 3
Напряжение включения, U_{min} , В	195 ± 3
Рабочее граничное напряжение, В	40...420
Время отключения, не более, с	0,15
Время задержки на включение, мин.	$2 \pm 0,5$
Диапазон рабочих температур, °C	-20...+40

Если напряжение в сети выйдет за пределы допустимых значений, произойдет отключение от сети всех нагрузок. Как только напряжение восстановится до нормальных значений, происходит автоматическое включение с выдержкой времени. Все режимы работы индицируются двухцветным светодиодным индикатором. Автоматическое устройство ASPauto1 применяется совместно с магнитным пускателем, катушка которого рассчитана на напряжение 220 В. Устанавливается на вводе электроэнергии.

При эксплуатации ASPauto1 возможны два вида световой индикации: при первоначальной подаче напряжения на устройство, индикатор горит красным цветом, идет измерение входного напряжения; если уровень напряжения в сети нормальный, то через 3 секунды произойдет включение пускателя и индикатор загорится зеленым цветом. Устройство готово к работе!

При монтаже устройства ASPauto1 нужно соблюдать правильность подключения к электрической сети. При подаче напряжения на вход ASPauto1 (верхние клеммы) — выходные (нижние) клеммы находятся под напряжением.



Внимание! Запрещается подключать к выходным клеммам ASPauto1 посторонние нагрузки вместо катушек магнитных пускателей! Запрещается устанавливать ASPauto1 на объекты, где отключение напряжения может привести к аварии!

Аварийная индикация (нагрузка отключается от сети):

- Индикатор часто мигает красным цветом. Напряжение больше нормы!
- Индикатор редко мигает красным цветом. Напряжение меньше нормы!
- Индикатор горит красным цветом. Произошел скачок или кратковременное пропадание (посадка) напряжения. Повторное включение через 2 минуты. Если включения не происходит, а индикатор продолжает гореть красным цветом, это означает, что скачки напряжения повторяются.

Предупредительная индикация (нагрузка не отключается от сети):

- Индикатор часто мигает желто-зеленым цветом. Напряжение 240...245 В.
- Индикатор редко мигает желто-зеленым цветом. Напряжение 195...200 В.

Схемы включения ASPauto1 представлены на рис. 23.4, 23.5.

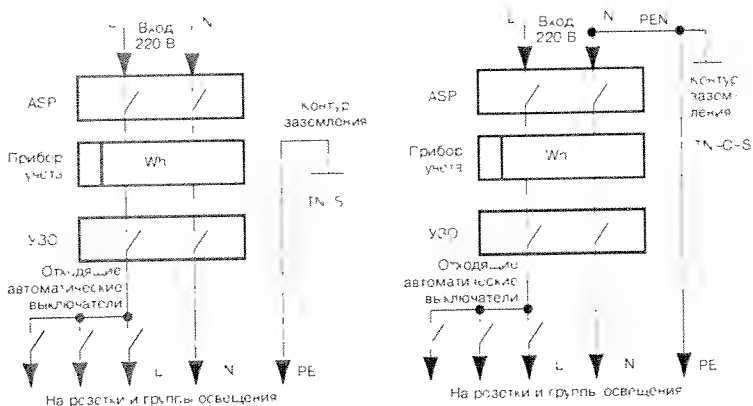


Рис. 23.2 Рекомендуемые схемы включения при системе заземления TN-S и TN-C-S

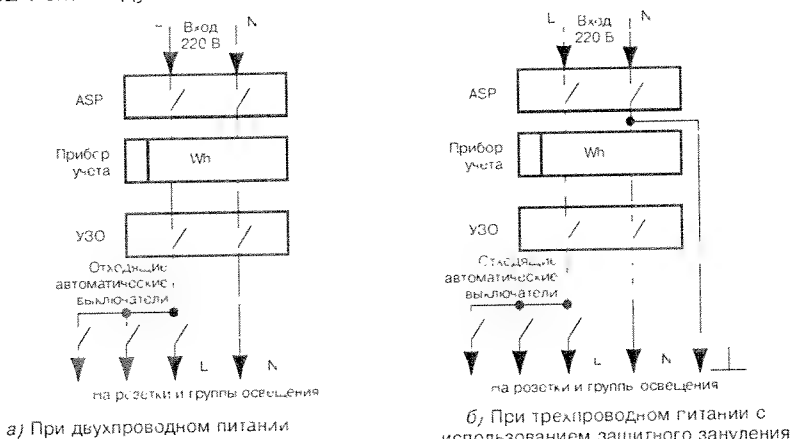


Рис. 23.3. Рекомендуемые схемы включения при отсутствии защитного заземления

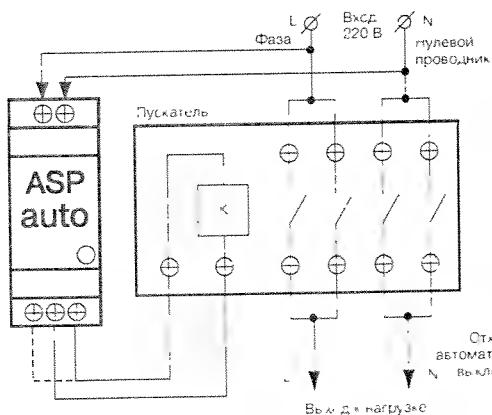


Рис. 23.4. Схема подключения ASPauto 1

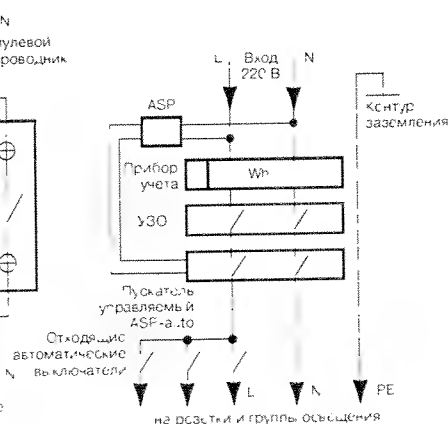


Рис. 23.5. Рекомендуемая схема включения ASPauto 1

Автоматическое устройство контроля и защиты при авариях в электросети ASPauto1R

Это микропроцессорное устройство, работающее по безопасному алгоритму, позволяет контролировать качество электроэнергии, подаваемой к потребителю.

Рабочее напряжение, В	220
Частота, Гц	50...60
Напряжение отключения, $U_{\text{откл}}$, В	255 ± 3
Напряжение отключения, $U_{\text{откл}}$, В	185 ± 3
Напряжение включения, $U_{\text{вкл}}$, В	245 ± 3
Напряжение включения, $U_{\text{вкл}}$, В	195 ± 3
Рабочее граничное напряжение, В	40...420
Время отключения не более, с	0,15
Время задержки на включение, мин.	$2 \pm 0,5$
Диапазон рабочих температур, °C	-20...+40

Если напряжение в сети выйдет за пределы допустимых значений, произойдет отключение от сети всех нагрузок. Как только напряжение восстановится до нормальных значений, происходит автоматическое включение с выдержкой времени. Все режимы работы индицируются двухцветным светодиодным индикатором. Имеет релейный выход. Может устанавливаться на вводе электроэнергии или на розеточные группы, если ток нагрузки не превышает 16 А. При трехфазном питании устанавливается на розеточные группы. При токах нагрузки более 16 А применяется совместно с магнитным пускателем.

Устройство расположено в двухмодульном корпусе (евростандарт) и предназначено для крепления на монтажную планку (DIN-рейку) шириной 35 мм. При первоначальной подаче напряжения на устройство, индикатор горит красным цветом, идет измерение входного напряжения. Если уровень напряжения в сети нормальный, то через 3 секунды произойдет включение и индикатор загорится зеленым цветом. Устройство готово к работе!



Внимание! При монтаже устройства ASPauto1R нужно соблюдать правильность подключения к электрической сети. Запрещается подключать к выходным клеммам ASPauto1R нагрузки более 16 А! Если ток нагрузки превышает 16 А, то необходимо в качестве силового управляющего элемента применять пускатель. Запрещается устанавливать ASPauto1R на объекты, где отключение напряжения может привести к аварии!

Аварийная индикация (нагрузка отключается от сети):

- Индикатор часто мигает красным цветом. Напряжение больше нормы!
- Индикатор редко мигает красным цветом. Напряжение меньше нормы!
- Индикатор горит красным цветом. Произошел скачок или кратковременное пропадание (посадка) напряжения. Повторное включение через 2 минуты. Если включения не происходит, а индикатор продолжает гореть красным цветом, это означает, что скачки напряжения повторяются.

Предупредительная индикация (нагрузка не отключается от сети):

- Индикатор часто мигает желто-зеленым цветом. Напряжение 240...245 В.
- Индикатор редко мигает желто-зеленым цветом. Напряжение 195...200 В.

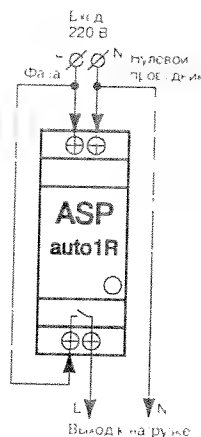


Рис. 23.6. Схема подключения ASPauto1R



Внимание! После каждого аварийного отключения включение происходит только через 2 минуты. Индикатор при этом горит красным цветом! Необходимо оберегать устройство от загрязнения и попадания влаги.

Если нет возможности установить ASPauto1R на вводе электроэнергии, то защитное устройство устанавливается непосредственно у защищаемого аппарата или группы аппаратов. Для этого необходимо: отрезать вилку удлинителя, зачистить концы и подключить их к ASPauto1R, как показано на рис. 23.8. Сам ASPauto1R подключается непосредственно в розетку, с помощью шнура с вилкой. Схемы включения ASPauto1R представлены на рис. 23.6, 23.7.

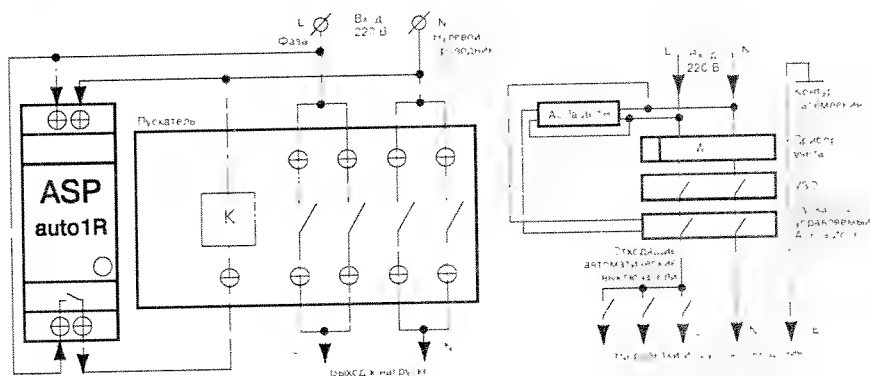


Рис. 23.7. Рекомендуемая схема включения при использовании магнитного пускателя

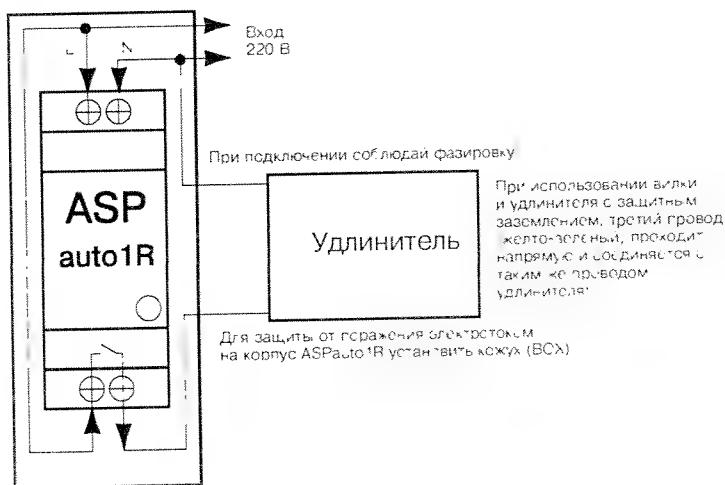


Рис. 23.8. Рекомендуемая схема включения при использовании удлинителя

Автоматическое устройство контроля и защиты при авариях в электросети ASPauto3

Предназначено для защиты квартиры, частного дома, офиса, от: превышения, понижения и «скачков» сетевого напряжения; «перекоса» фаз (при трехфазном питании); пропадании одной из фаз (при трехфазном питании). Устройство контролирует порядок чередования фаз (при трехфазном питании).

Рабочее напряжение, В	220/380
Частота, Гц	50...60
Напряжение отключения (фазное), U_{max} , В	255 ± 3
Напряжение отключения (фазное), U_{min} , В	185 ± 3
Напряжение включения (фазное), U_{max} , В	245 ± 3
Напряжение включения (фазное), U_{min} , В	195 ± 3
Граничное рабочее напряжение, В	40...420
Время отключения не более, с	0,15
Время задержки на включение, мин.	$2 \pm 0,5$
Диапазон рабочих температур, °C	-20...+40

ASPauto3 — это микропроцессорное устройство, работающее по безопасному алгоритму, позволяет контролировать качество электроэнергии, подаваемой к потребителю. Если напряжение в сети выйдет за пределы допустимых значений, произойдет отключение от сети всех нагрузок. Как только напряжение восстановится до нормальных значений, происходит автоматическое включение с выдержкой времени. Все режимы работы индицируются двухцветным светодиодным индикатором.

Устройство обеспечивает контроль как однофазной, так и трехфазной сети. В трехфазной сети — контролируется каждая фаза. Автоматическое устройство ASPauto3 применяется совместно с магнитным пускателем, катушка которого рассчитана на напряжение 220 В. Устанавливается на вводе электроэнергии.

Устройство расположено в двухмодульном корпусе (евростандарт) и предназначено для крепления на монтажную планку (DIN-рейку) шириной 35 мм. При эксплуатации ASPauto3 возможны два вида световой индикации:

- При первоначальной подаче напряжения на устройство, индикатор горит **красным** цветом, идет измерение входного напряжения.
- Если уровень напряжения в сети нормальный, то через 3 секунды произойдет включение пускателя и индикатор загорится **зеленым** цветом. Устройство готово к работе!

Аварийная индикация (нагрузка отключается от сети):

- Индикатор часто мигает красным цветом. Напряжение больше нормы!
- Индикатор редко мигает красным цветом. Напряжение меньше нормы или отсутствует одна из фаз (при трехфазном питании).
- Индикатор горит красным цветом. Произошел скачок или посадка напряжения. Повторное включение через 2 минуты. Если включения не происходит, а индикатор продолжает гореть красным цветом, это означает, что скачки напряжения повторяются.
- Индикатор часто мигает красным цветом по три раза. Неправильное чередование фаз (при трехфазном питании).

Предупредительная индикация (нагрузка не отключается от сети):

- Индикатор часто мигает желто-зеленым цветом. Напряжение (фазное) находится в пределах 240...245 В.
- Индикатор редко мигает желто-зеленым цветом. Напряжение (фазное) находится в пределах 190...200 В.

Схемы подключения ASPauto3 представлены на рис. 23.9, 23.10.



Внимание! После каждого аварийного отключения — включение происходит через 2 минуты. Индикатор при этом горит красным цветом! Необходимо оберегать устройство от загрязнения и попадания влаги. При монтаже устройства ASPauto3 нужно соблюдать правильность подключения к электрической сети. При подаче напряжения на вход ASPauto3 (верхние клеммы) — выходные (нижние) клеммы находятся под напряжением. Запрещается устанавливать ASPauto3 на объекты, где отключение напряжения может привести к аварии!

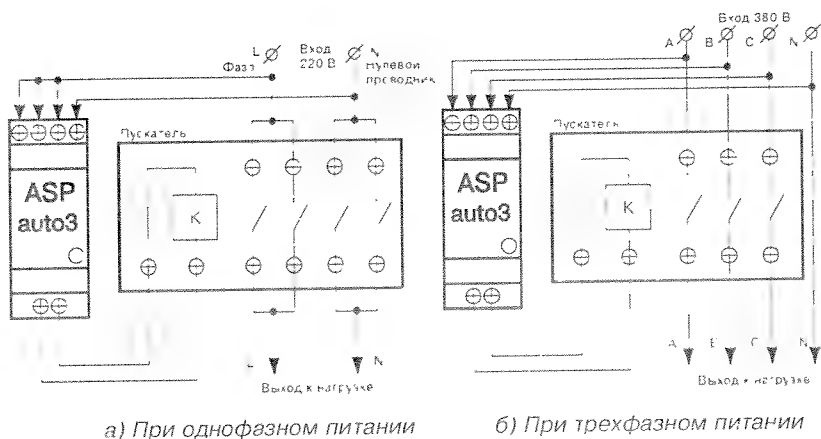


Рис. 23.9. Рекомендуемые схемы подключения

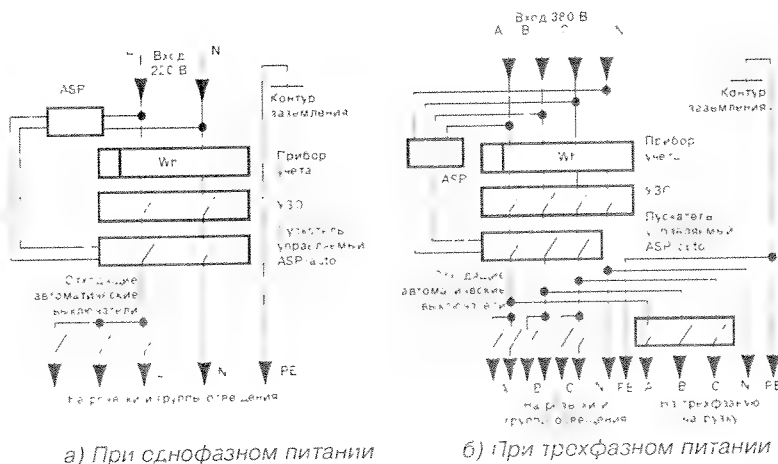


Рис. 23.10. Рекомендуемые схемы включения

Автоматическое устройство контроля и защиты при авариях в электросети ASPauto3R

Предназначено для защиты квартиры, частного дома, офиса, магазина, промышленного и бытового электрооборудования от превышения/понижения и «скачков» сетевого напряжения; «перекоса» фаз (при трехфазном питании); пропадании одной или двух фаз (при трехфазном питании). Устройство контролирует порядок чередования фаз (при трехфазном питании).

Рабочее напряжение, В	220/380
Частота, Гц	50..60
Напряжение отключения (фазное), U_{max} , В	55 ± 3
Напряжение отключения (фазное), U_{min} , В	185 ± 3
Напряжение включения (фазное), U_{max} , В	245 ± 3
Напряжение включения (фазное), U_{min} , В	195 ± 3
Граничное рабочее напряжение, В	40...420
Время отключения не более, с	0,15
Время задержки на включение, мин.	$2 \pm 0,5$
Диапазон рабочих температур, °C	$-20...+40$

ASPauto3R — это микропроцессорное устройство, работающее по безопасному алгоритму, позволяет контролировать качество электроэнергии, подаваемой к потребителю. Если напряжение в сети выйдет за пределы допустимых значений, произойдет отключение от сети всех нагрузок. Как только напряжение восстановится до нормальных значений, происходит автоматическое включение с выдержкой времени. Все режимы работы индицируются двухцветным светодиодным индикатором.

Устройство обеспечивает контроль как однофазной, так и трехфазной сети. В трехфазной сети контролируется каждая фаза. Автоматическое устройство ASPauto3R применяется совместно с магнитным пускателем, если ток нагрузки выходного реле превышает 5 А. Устанавливается на вводе электроэнергии.

При первоначальной подаче напряжения на устройство, индикатор горит красным цветом, идет измерение входного напряжения. Если уровень напряжения в сети нормальный, то через 3 секунды произойдет включение пускателя, и индикатор загорится зеленым цветом. Устройство готово к работе!

Аварийная индикация (нагрузка отключается от сети):

- Индикатор часто мигает красным цветом. Напряжение больше нормы!
- Индикатор редко мигает красным цветом. Напряжение меньше нормы или отсутствует одна из фаз (при трехфазном питании).
- Индикатор горит красным цветом. Произошел скачок или просадка напряжения. Повторное включение через 2 минуты. Если включения не происходит, а индикатор продолжает гореть красным цветом, это означает, что скачки напряжения повторяются.
- Индикатор часто мигает красным цветом по три раза. Неправильное чередование фаз (при трехфазном питании).

Предупредительная индикация (нагрузка не отключается от сети):

- Индикатор часто мигает желто-зеленым цветом. Напряжение (фазное) находится в пределах 240...245 В.
- Индикатор редко мигает желто-зеленым цветом. Напряжение (фазное) находится в пределах 195...200 В.

После каждого аварийного отключения включение происходит только через 2 минуты. Индикатор при этом горит красным цветом! Если обнаружится, что на вводе квартиры, частного дома, офиса напряжение выходит за пределы допустимых значений, то необходимо сообщить об этом в аварийную службу электросетей. Устройство не требует обслуживания, но необходимо оберегать его от загрязнения и попадания влаги. Схемы включения ASPauto3R представлены на рис. 23.11, 23.12.

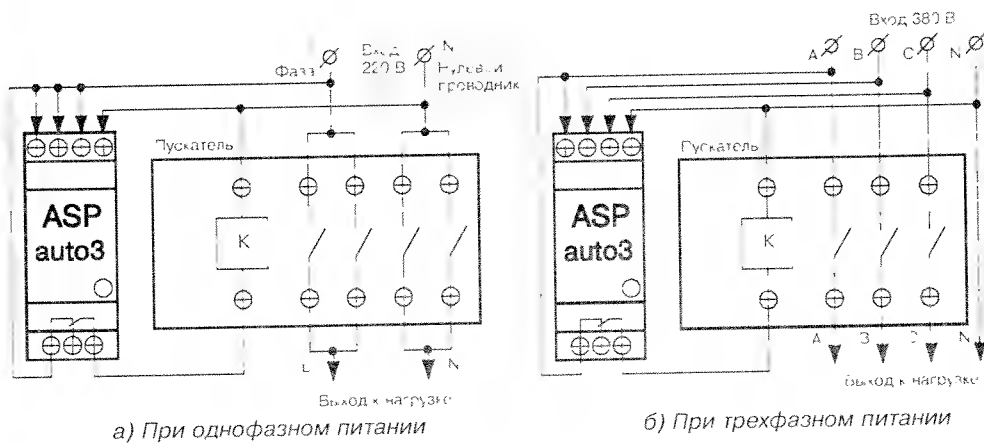


Рис. 23.11. Схемы подключения ASPauto3R

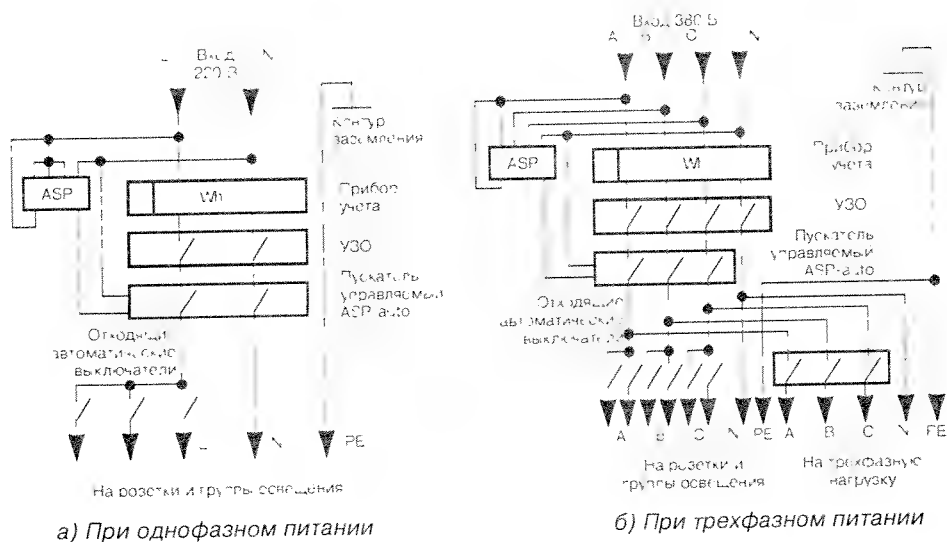


Рис. 23.12. Рекомендуемые схемы включения

Реле включения нагрузки ASP-power

Предназначено для поочередного подключения нагрузок к электрической сети с выдержкой времени, во избежания перегрузки сети при пуске нескольких потребителей: электродвигателей, компрессоров холодильных агрегатов и т.д., подключенных к одному вводу. Реле рассчитано на работу с магнитными пускателями, катушки которых питаются напряжением 220 В.

Основные параметры:

Рабочее напряжение, В	220
Частота, Гц	50...60
Число каналов	3
Время задержки между каналами, с	10
Время задержки на включение при исчезновении напряжения, мин.	2
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+40

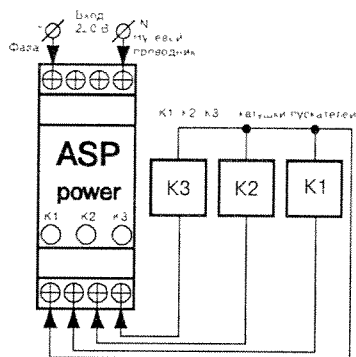


Рис. 23.13. Схема подключения к электросети

Автоматический выключатель с независимым расцепителем

Предназначен для дистанционного отключения нагрузки от средств различной автоматики, от кнопок аварийного отключения и т.д.

Основные параметры:

Рабочее напряжение, В	220/380
Частота, Гц	50...60
Ток нагрузки, А	10, 16, 25, 32, 40, 50, 63
Напряжение независим. расцепителя, В	220
Уставка (магнитный расцепитель), А	$8...10 I_n$
Уставка (тепловой расцепитель), А	$1,25 I_n$
Максимальное сечение подключаемых проводов, мм ²	25
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+40

Отключение происходит путем подачи переменного напряжения на выводы расцепителя. Выпускаются в двухмодульном исполнении для однофазной сети и в четырехмодульном исполнении для трехфазной сети. Рукоятка устройства имеет два положения, обозначенных на лицевой панели: ON (включено) и OFF (выключено). Устройство не требует обслуживания, но необходимо оберегать его от загрязнения и попадания влаги. Схемы включения автоматического выключателя представлены на рис. 23.14.

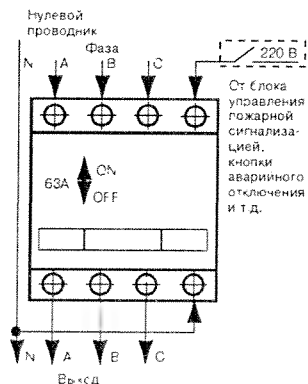


Рис. 23.14. Схема подключения выключателя в трехфазную цепь

Автоматические выключатели серии ВА

Особенности серии

Высококачественные автоматические выключатели серии ВА101, ВА102, ВА103, ВА201 производятся на крупнейших предприятиях КНР и России. Они уже более 10 лет успешно продаются в России под торговой маркой ДЭК, пользуясь широким спросом. Автоматические выключатели серии ВА предназначены для применения в электрических цепях переменного тока, их защиты от перегрузок и токов короткого замыкания (КЗ). Также могут использоваться для нечастых оперативных включений и отключений защищаемых цепей. Для более детального ознакомления рекомендуем [14].

Корпуса автоматических выключателей сделаны из прочной, не поддерживающей горение пластмассы, снабжены замками для установки на DIN-рейку (рис. 23.18). Выпускаются в одно-, двух-, трех- и четырехполюсном исполнении. Оснащены медными токовыми расцепителями с посеребренными контактами и снабжены многопластинчатými дугогасительными камерами, что обуславливает высокие характеристики коммутационной износостойкости и предельной коммутационной способности. Комбинированные зажимы из посеребренной меди и анодированной стали обеспечивают надежный контакт с медными и алюминиевыми проводниками.

Они имеют два типа защиты:

- **тепловую**, выполненную на биметаллической пластине, предназначенную для защиты от длительных токовых перегрузок;
- **динамическую**, выполненную на электромагнитной катушке, предназначенную для защиты от токов короткого замыкания.

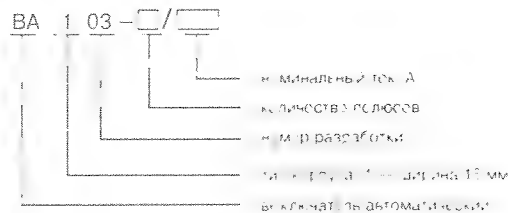


Рис. 23.15. Структура условного обозначения выключателей

Автоматические выключатели ВА101 и ВА102 отличаются лишь возможностью соединения ВА102 с помощью контактной шины. А вот на усовершенствованную конструкцию ВА103 стоит обратить особое внимание. Это новая разработка фирмы ДЭК.

Автомат ВА103 снабжен двенадцатипластинчатой четырехсторонней дугогасительной камерой (в отличие от десятипластинчатой у других типов), благодаря чему обладает более высокими характеристиками коммутационной износостойкости и предельной коммутационной способности. Усовершенствованная конструкция контактов обеспечивает более эффективное сцепление/расцепление. Все это, конечно, значительно увеличивает стоимость устройства, зато обеспечивает большую надежность, долговечность эксплуатации и повышает безопасность автоматических выключателей ВА103 по сравнению с ВА101 и ВА102.

По умолчанию, выключатели ВА101 и ВА102 имеют характеристику С, выключатели ВА201 — характеристику D. В зависимости от установки электромагнитного расцепителя выключатели ВА103 могут иметь защитную характеристику типа В, С или D. Времятоковые рабочие характеристики автоматических выключателей ВА101, ВА102, ВА201, ВА103 представлены в табл. 23.1, а технические характеристики — в табл. 23.2.

Времятоковые рабочие характеристики

Таблица 23.1

Начальное состояние	Тестовый ток	Пределы времени расцепления или нерасцепления	Результаты испытаний	Примечание
ВА101				
Холодный	$1,13I_n$	$T \leq 1 \text{ ч}$ (при $I_n < 63 \text{ A}$) $T > 2 \text{ ч}$ (при $I_n > 63 \text{ A}$)	Без расцепления	
Сразу после предыдущего теста	$1,45I_n$	$T < 1 \text{ ч}$ (при $I_n < 63 \text{ A}$) $T < 2 \text{ ч}$ (при $I_n > 63 \text{ A}$)	Расцепление	Непрерывное нарастание тока в течение 5 с
Холодный	$2,55I_n$	$1 \text{ с} < T < 60 \text{ с}$ (при $I_n < 32 \text{ A}$) $1 \text{ с} < T < 120 \text{ с}$ (при $I_n > 32 \text{ A}$)	Расцепление	
Холодный	$3I_n$	$T > 0,1 \text{ с}$	Без расцепления	В-тип
	$5I_n$	$T < 0,1 \text{ с}$	Расцепление	
	$5I_n$	$T > 0,1 \text{ с}$	Без расцепления	С-тип
	$10I_n$	$T < 0,1 \text{ с}$	Расцепление	
	$10I_n$	$T > 0,1 \text{ с}$	Без расцепления	D-тип
	$50I_n$	$T < 0,1 \text{ с}$	Расцепление	
ВА103				
Холодный	$1,13I_n$	$T > 1 \text{ ч}$	Без расцепления	
Сразу после предыдущего теста	$1,45I_n$	$T < 1 \text{ ч}$	Расцепление	Непрерывное нарастание тока в течение 5 с
Холодный	$2,55I_n$	$1 \text{ с} < T < 60 \text{ с}$ (при $I_n < 32 \text{ A}$) $1 \text{ с} < T < 120 \text{ с}$ (при $I_n > 32 \text{ A}$)	Расцепление	
Холодный	$3I_n$	$T > 0,1 \text{ с}$	Без расцепления	
	$5I_n$	$T < 0,1 \text{ с}$	Расцепление	
	$5I_n$	$T > 0,1 \text{ с}$	Без расцепления	
	$10I_n$	$T < 0,1 \text{ с}$	Расцепление	
	$10I_n$	$T > 0,1 \text{ с}$	Без расцепления	
	$50I_n$	$T < 0,1 \text{ с}$	Расцепление	

Технические характеристики

Таблица 23.2

Модель	BA101	BA102	BA201	BA103
Род тока	Переменный частота 50 (60) Гц			
Номинальное напряжение, В	Для 1-п-люсных — 230			
	Для 2-, 3- 4-полюсных — 400			
Номинальный ток выключателя (расцепителя), А	1, 2 3, 4, 5 6 10, 16 20 25, 32, 40 50 63	25, 32, 40 50 63, 80 100	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	
Тип защитной характеристики	В С D		С D	В, С, D
Число полюсов	1, 2, 3, 4			
Коммутационная износостойкость, не менее	4000 циклов			10000 циклов
Предельная коммутационная способность, А	3000		6000	
Степень защиты	IP20			
Номинальные поперечные сечения подключаемых проводников, мм²	1...25	1...16	2.5 ..50	1.. 25

Конструкция выключателей

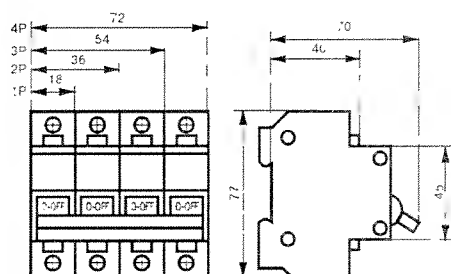


Рис. 23.16. Выключатель автоматический BA101, BA103

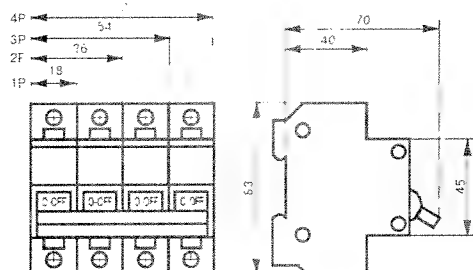


Рис. 23.17. Выключатель автоматический BA102, BA201

Устройство и принцип действия

Рассмотрим устройство выключателей. Автоматический выключатель включает в себя механизм управления, электромагнитный и тепловой расцепители, дугогасительную камеру и т.д. Все узлы выключателя заключены в корпус, изготовленный из неподдерживающей горения пластмассы. Выключатели BA102 имеют возможность соединения между собой и с УЗО01 ДЭК с помощью U-образной контактной шины.

Выключатели BA201 имеют усовершенствованную конструкцию механизма управления и механизма свободного расцепления для снижения эффекта дребезжащего контакта, вследствие чего, во время включения, замыкание контактов происходит мгновенно независимо от скорости движения рукоятки управления.

Когда в защищаемой линии возникает перегрузка, ток перегрузки заставляет биметаллическую пластину изогнуться, которая в свою очередь толкает рычаг, действующий на механизм свободного расцепления. Подвижный контакт отходит от неподвижного, осуществляя защиту линии от перегрузки. Когда в защищаемой линии возникает ток КЗ, сердечник электромагнитного расцепителя втягивается и тянет за собой рычаг, который воздействует на механизм свободного расцепления. Подвижный контакт отходит от неподвижного, защищая тем самым линию от воздействия токов КЗ.

Порядок установки

При выборе номинала выключателя необходимо иметь в виду, что приведенные технические характеристики действительны для выключателей, работающих при температуре $+30...+5^{\circ}\text{C}$. При изменении температуры на каждые 10°C номинальный ток автоматического выключателя изменяется в обратной пропорции на 5%. Монтаж должен производиться в защищенном от снега и дождя, проветриваемом помещении при температуре не выше $+40^{\circ}\text{C}$, не ниже -25°C . Установку выключателя должен производить только квалифицированный специалист.

Выключатели крепятся на рейку DIN 35-7,5 мм (стандарт ЕН 50022). Рабочее положение выключателей вертикальное, обозначение ВЫКЛ. вверх, с отклонением до 5° в любую сторону от указанной плоскости. Перед установкой выключателя необходимо проверить автомат на отсутствие внешних повреждений, также произвести несколько включений и отключений чтобы убедиться, что механизм работает исправно.

Для подсоединения необходимо использовать медные провода (кабели) или медные соединительные шины. Рекомендуется использовать проводники с классом жил не менее 2 (многопроволочные), при этом жилы необходимо оконцевать медными тонкостенными гильзами. Также рекомендуется применять специальные кабельные наконечники **SC(MCB)** и **DTL(MCB)**. В случае, когда используются проводники с жилой 1-го класса (однопроволочные), жилы необходимо складывать вдвое для создания лучшего контакта.

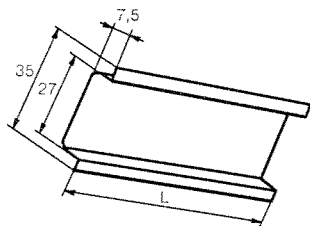
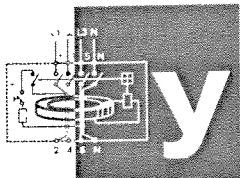


Рис. 23.18. DIN-рейка

Подвод напряжения к выводам выключателя от источника питания осуществляется со стороны выводов 1, 3, 5, 7. Проверьте маркировку на автомате, соответствует ли она требуемым условиям. Для выключателей ВА101 при подключении многопроволочного облуженного провода сечением 25 мм^2 , необходимо спрессовать конец кабеля для придания ему прямоугольной формы. Затягивать зажимные винты необходимо с приложением крутящего момента 2 Н·м для выключателей ВА101, ВА102 и 6 Н·м для выключателей ВА201. Допускается монтаж без промежутков между выключателями.



Устройства защиты от поражения током

Назначение, устройство и работа УЗО

История развития устройств защитного отключения

Первое устройство защитного отключения (УЗО) было запатентовано германской фирмой RWE в 1928 г., когда принцип токовой дифференциальной защиты, ранее применявшийся для защиты генераторов, линий и трансформаторов, был применен для защиты человека от поражения электрическим током [125].

В 1937 г. фирма Schutzapparategesellschaft Paris & Co. изготовила первое действующее устройство **на базе дифференциального трансформатора и поляризованного реле**, имевшее чувствительность 0,01 А и быстродействие 0,1 с. В том же году с помощью добровольца (сотрудника фирмы) было проведено испытание УЗО. Эксперимент закончился благополучно, устройство сработало четко, доброволец испытал лишь слабый удар электрическим током, хотя и отказался от участия в дальнейших опытах.

Все последующие годы, за исключением военных и первых послевоенных, велась интенсивная работа по изучению действия электрического тока на организм человека, разработке электрозащитных средств и в первую очередь — совершенствованию и внедрению УЗО.

В нашей стране проблема применения устройств защитного отключения впервые возникла в связи с электрической и пожарной безопасностью школьников около 20 лет назад. Именно в этот период были разработаны и запущены в производство **УЗОШ (УЗО школьное)** для оборудования школьных зданий. Интересно, что УЗО такого типа ставят в школьных зданиях до сих пор, хотя в силу устаревших технологий эти устройства уже не вполне удовлетворяют современным требованиям электрической и пожарной безопасности.

Другим событием, обострившим проблему установки УЗО, была реконструкция московской гостиницы «Россия» после печально известного пожара, который возник по причине самого заурядного короткого замыкания. Дело в том, что при строительстве этого гостиничного комплекса были нарушены принципы электроснабжения. Несколько трагических случаев, приведших к гибели обслуживающего персонала, заставило руководство гостиницы наметить проведение установки устройств защитного отключения с целью обеспечить электро- и пожарную безопасность. В то время подобные установки выпускались только для промышленного применения.

Разработать установку защитного отключения для коммунально-бытового назначения было поручено одному из оборонных предприятий. Но трагедии предотвратить не успели, и возникший в результате короткого замыкания пожар в гостинице «Россия» привел к многочисленным жертвам. После пожара при восстановлении здания проводились работы по установке УЗО в каждом номере. Поскольку отечественные УЗО были изготовлены в очень сжатые сроки и имели недостатки, их постепенно стали заменять на устройства фирмы SIEMENS (Германия).

К этому времени нал проблемой производства бытовых УЗО стали задумываться и наши электротехнические предприятия. Так, Гомельский завод «Электроаппаратура» и Ставропольский электротехнический завод «Сигнал» разработали и стали выпускать бытовые устройства защитного отключения. И уже с 1991-1992 годов началось массовое внедрение устройств защитного отключения в домостроении, по крайней мере, в Москве.

В 1994 году был принят стандарт «Электроснабжение и электробезопасность мобильных (инвентарных) зданий из металла или с металлическим каркасом для уличной торговли и бытового обслуживания населения. Технические требования». В этом же году вышло постановление правительства Москвы о внедрении УЗО, которое предписывало обязательное оснащение новостроек Москвы устройствами защитного отключения.

В 1996 году вышло «Письмо Главного управления государственной службы МВД России от 05.03.96 №20/2.1/516. **О применении устройств защитного отключения (УЗО)**». А правительством Москвы было принято еще одно решение о повышении надежности электроснабжения всего жилого фонда, независимо от года постройки. Можно сказать, что с этого момента началось узаконенное массовое внедрение УЗО в строительстве жилья. В настоящее время уже четко расписаны области применения УЗО — действует ряд нормативных документов, регламентирующих технические параметры и требования к применению УЗО в электроустановках зданий. Сегодня УЗО является обязательным элементом любого распределительного щита, этими устройствами оборудованы в обязательном порядке все передвижные объекты (жилые домики-прицепы на кемпинговых площадках, торговые фургоны, фургоны общественного питания, малые временные электроустановки наружной установки, например, устраиваемые на площадях на время праздничных гуляний), ангары, гаражи.

Кроме того, УЗО встраивают в розеточные блоки или вилки, через которые подключаются электроинструмент или бытовые электроприборы, эксплуатируемые в особо опасных — влажных, пыльных, с проводящими полами и т.п. помещениях.

Страховые компании при оценке риска, определяющего страховую сумму, обязательно учитывают наличие на объекте страхования УЗО и их техническое состояние.

В настоящее время на каждого жителя развитых стран приходится в среднем по два УЗО. Тем не менее, десятки фирм на протяжении многих лет стабильно, в значительных количествах производят эти устройства самых различных модификаций, постоянно совершенствуя их технические параметры.

О терминологии защитного отключения

Термин **устройство защитного отключения — УЗО**, принятый в отечественной специальной литературе, наиболее точно определяет назначение данного устройства и его отличие от других коммутационных электрических аппаратов — автоматических выключателей, выключателей нагрузки, магнитных пускателей и т.д.

Но иногда встречается неточность, даже вкрапшаяся в стандарты. Это определение УЗО, как **«устройства, управляемого остаточным током»**. Здесь нарушена элементарная причинно-следственная связь. Устройство не управляется этим током, а реагирует на него!

В последних отечественных стандартах (серии ГОСТ Р 51326, 51327) также нарушена терминология: в отличие от принятого в основном стандарте (ГОСТ Р 50807-95) определения, УЗО называется то **«выключатель дифференциального тока — ВДТ»**, то **«автоматический выключатель дифференциального тока — АВДТ»**, что вводит в заблуждение специалистов.

Часто применяется другое, не соответствующее стандартам название УЗО — **«дифференциальный выключатель»**. Это название распространилось из переведенных не специалистами-электриками проспектов зарубежных фирм.

За рубежом приняты следующие обозначения [125]:

- В Германии, Австрии — Fehlerstrom-Schutzschalter (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung). Сокращенно: FI-Schutzschalter (F-Fehler — повреждение, неисправность, утечка, I — символ тока в электротехнике, Schutzschalter — защитный выключатель, Schutzeinrichtung — защитное устройство);
- Во Франции — DD — disjoncteur différentiel (дифференциальный выключатель);
- В Великобритании — e.l.c.b. (earth leakage circuit breaker — выключатель тока утечки на землю);
- В США — GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter — размыкатель тока утечки на землю).

В настоящее время действует международная классификация УЗО, разработанная международной электротехнической комиссией (МЭК):

- **RCD** (residual current protective device) — защитное устройство по дифференциальному (разностному) току, общее название УЗО.
- **PRCD** (portable residual current protective device) — переносное защитное устройство по дифференциальному току.
- **PRCD-S** (portable residual current protective device-safety) — переносное защитное устройство по дифференциальному току (в кабеле-удлинителе).
- **SRCD** (fixed socket outless residual current protective device) — защитное устройство по дифференциальному току (встроенное в розетку).
- **RCCB** (residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection) — защитное устройство по дифференциальному току без встроенной защиты от сверхтоков.
- **RCBO** (residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection) — защитное устройство по дифференциальному току со встроенной защитой от сверхтоков.
- **RCM** (residual current monitor) — устройство контроля дифференциального тока (тока утечки).

Кроме того, принято общее название — **RCD** — residual current protective device. Точный перевод — защитное устройство по разностному (дифференциальному) току.

Принцип действия УЗО

Функционально УЗО можно определить как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Основные функциональные блоки УЗО представлены на рис. 24.1.

Важнейшим функциональным блоком УЗО является **дифференциальный трансформатор тока**. В абсолютном большинстве УЗО, производимых и эксплуатируемых в настоящее время во всем мире, в качестве датчика дифференциального тока используется именно трансформатор тока.

Пусковой орган (пороговый элемент) выполняется, как правило, на чувствительных магнитоэлектрических реле прямого действия или электронных компонентах. **Исполнительный механизм** включает в себя силовую контактную группу с механизмом привода (рис. 24.2).

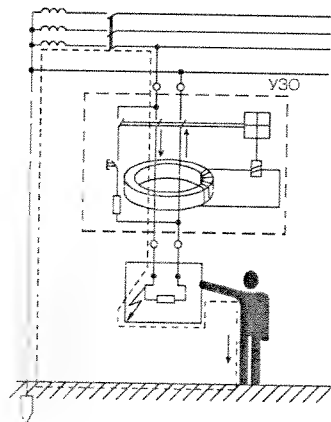


Рис. 24.1. Структура УЗО

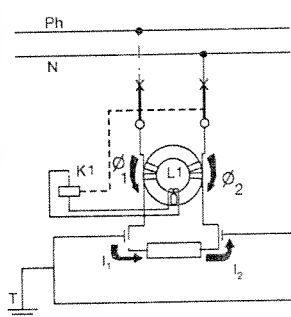
Режимы работы УЗО

УЗО предназначено для непрерывной, продолжительной работы. Оно должно отключать защищаемый участок сети при появлении в нем синусоидального переменного или пульсирующего постоянного (в зависимости от модификации) тока утечки, равного отключающему дифференциальному току устройства. УЗО, функционально не зависящее от напряжения питания, не должно срабатывать при снятии и повторном включении напряжения сети. УЗО не должно производить автоматическое повторное включение. УЗО, функционально не зависящее от напряжения питания, не должно зависеть от наличия напряжения в контролируемой сети, должно сохранять работоспособность при обрыве нулевого или фазного проводов. УЗО должно срабатывать при нажатии кнопки **ТЕСТ**.

Конструкция контрольного эксплуатационного устройства должна исключать возможность попадания сетевого напряжения в цепь, подключенную к выходным выводам УЗО при нажатии кнопки **ТЕСТ**, когда УЗО находится в разомкнутом состоянии. Это означает, что тестовая цепь должна быть подключена к входному выводу УЗО через контакт, заблокированный с силовой контактной группой.

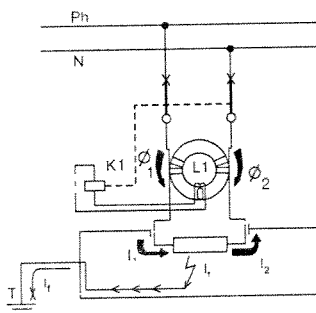
УЗО защищается от токов короткого замыкания **последовательным защитным устройством (ПЗУ)**: автоматическим выключателем или предохранителем, отвечающими требованиям соответствующих стандартов. При этом номинальный ток ПЗУ не должен превышать номинальный рабочий ток УЗО.

Рассмотрим основные режимы работы УЗО.



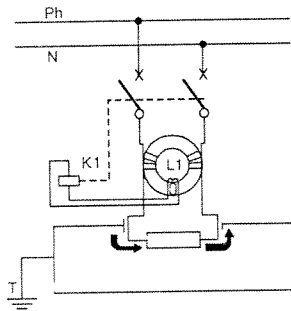
Когда изоляция цела и утечки тока нет, в катушке L1 отсутствует магнитный поток, а на катушке нет ЭДС. Контакты замкнуты, оборудование функционирует нормально

Режим 1



При нарушении изоляции в катушке L1 появляется магнитный поток

Режим 2



на катушку K1 поступает ЭДС, контакты размыкаются, автоматически прекращается подача напряжения на оборудование

Режим 3

Рис. 24.2. Режимы работы УЗО

Режим №1. В нормальном режиме, при отсутствии дифференциального тока — тока утечки, в силовой цепи по проводникам, проходящим сквозь окно магнитопровода трансформатора тока, протекает рабочий ток нагрузки. Проводники, проходящие сквозь окно магнитопровода, образуют встречно включенные первичные обмотки дифференциального трансформатора тока. Если обозначить ток, протекающий по направлению к нагрузке, как I_1 , а от нагрузки как I_2 , то можно записать равенство: $I_1 = I_2$.

Равные токи во встречно включенных обмотках наводят в магнитном сердечнике трансформатора тока равные, но векторно встречно направленные магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 . Результирующий магнитный поток равен нулю, ток во вторичной обмотке дифференциального трансформатора также равен нулю. Пусковой орган находится в этом случае в состоянии покоя.

Режим №2. При прикосновении человека к открытым токопроводящим частям или к корпусу электроприемника, на который произошел пробой изоляции, по фазному проводнику через УЗО кроме тока нагрузки I_1 , протекает дополнительный ток — ток утечки (I_D), являющийся для трансформатора тока дифференциальным (разностным).

Неравенство токов в первичных обмотках ($I_1 + I_D$ в фазном проводнике) и (I_2 , равный I_1 , в нейтральном проводнике) вызывает неравенство магнитных потоков и, как следствие, возникновение во вторичной обмотке трансформированного дифференциального тока. Если этот ток превышает значение уставки порогового элемента пускового органа, последний срабатывает и воздействует на исполнительный механизм.

Исполнительный механизм, обычно состоящий из пружинного привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь. В результате защищаемая УЗО электроустановка обесточивается.

Режим №3. Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования. При нажатии кнопки ТЕСТ искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно. К УЗО, в силу его особого назначения — защиты жизни и имущества человека, предъявляются чрезвычайно высокие требования по надежности, помехоустойчивости, термической и электродинамической стойкости, материалам и исполнению конструкции. Этими особыми требованиями отчасти объясняется сравнительно высокая стоимость современных УЗО.

Схемы включения УЗО

Конструкции УЗО различных производителей могут отличаться друг от друга не только параметрами, но и схемами подключения. На рис. 24.3 приведены наиболее распространенные схемы включения УЗО. Кроме того, показано включение УЗО в одно-, двух- и трехфазном вариантах [125].

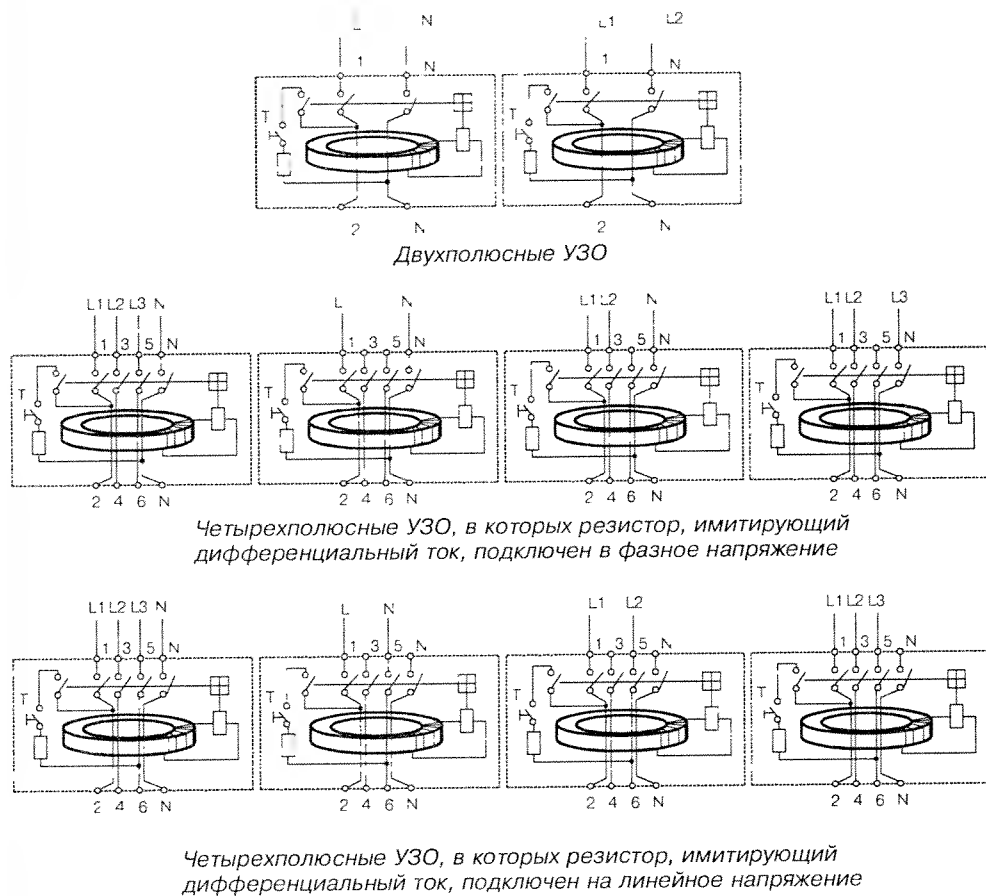


Рис. 24.3. Схемы подключения УЗО

При включении УЗО по неполнофазному варианту необходимо обратить внимание на правильность подключения проводников к клеммам устройства — должна быть подключена цепь тестирующего резистора. Схема подключения приведена на лицевой или боковой поверхности корпуса УЗО.

Классификация УЗО по условиям функционирования

По условиям функционирования УЗО подразделяются на типы:

АС — устройство защитного отключения, реагирующее на переменный синусоидальный дифференциальный ток, возникающий внезапно, либо медленно возрастающий:

А — устройство защитного отключения, реагирующее на переменный синусоидальный дифференциальный ток и пульсирующий постоянный дифференциальный ток, возникающие внезапно, либо медленно возрастающие;

В — устройство защитного отключения, реагирующее на переменный, постоянный и выпрямленный дифференциальные токи;

С — устройство защитного отключения, селективное (с выдержкой времени отключения);

G — то же, что и типа **S**, но с меньшей выдержкой времени.

Применение УЗО типа **A** целесообразно в обоснованных случаях, например, в цепях, содержащих потребители с тиристорным управлением без разделительного трансформатора. УЗО типа **B** применяют в промышленных электроустановках со смешанным питанием — переменным, выпрямленным и постоянным токами.

Классификация УЗО по способу технической реализации

По способу технической реализации имеется два типа УЗО.

Электромеханические — функционально не зависят от напряжения питания. Источником энергии, необходимой для функционирования — выполнения защитных функций, включая операцию отключения, является для устройства сам сигнал — дифференциальный ток, на который оно реагирует.

Электронные — функционально зависят от напряжения питания. Их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой сети, либо от внешнего источника. Применение таких устройств более ограничено в силу их меньшей надежности, подверженности воздействию внешних факторов и др.

Следует отметить, что **основной причиной меньшего распространения электронных УЗО** является их неработоспособность при часто встречающейся и наиболее опасной по условиям вероятности электропоражения неисправности электроустановки, а именно — при обрыве нулевого проводника в цепи до УЗО по направлению к источнику питания. В этом случае «электронное» УЗО, не имея питания, не функционирует, а на электроустановку по фазному проводнику поступает опасный для жизни человека потенциал.

В развитых европейских странах электротехнические нормы допускают применение только УЗО, не зависящих от напряжения питания. УЗО второго типа разрешено применять в цепях, защищаемых электромеханическими УЗО, только в качестве дополнительной защиты для конечных потребителей, например, для электроинструмента, нестационарных электроприемников.

В конструкции электронных УЗО, производимых в США, Японии, Южной Корее и в некоторых европейских странах (рис. 24.4), как правило, заложена функция отключения от сети защищаемой электроустановки при исчезновении напряжения питания. Эта функция конструктивно реализуется с помощью электромагнитного реле, работающего в режиме

самоудерживания. Силовые контакты реле находятся во включенном положении только при протекании тока по его обмотке, что аналогично магнитному пускателю.

При исчезновении напряжения на вводных зажимах устройства якорь реле отпадает, при этом силовые контакты размыкаются, защищаемая электроустановка обесточивается. Подобная конструкция УЗО обеспечивает гарантированную защиту от поражения человека в электроустановке и в случае обрыва нулевого проводника. В США применяются в основном УЗО, встроенные в розеточные блоки. На одном объекте, например, небольшой квартире устанавливается по 10...15 устройств. Розетки, не оборудованные УЗО, обязательно запитываются шлейфом от розеточных блоков с УЗО.

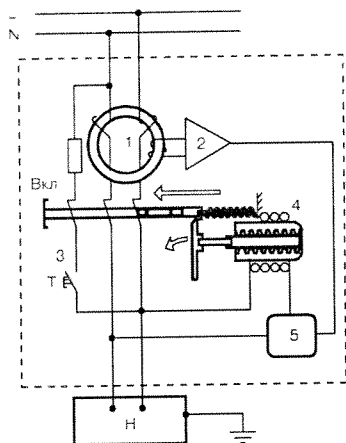


Рис. 24.4. «Электронное» УЗО с функцией отключения сети:

1 — дифференциальный трансформатор тока; 2 — электронный усилитель; 3 — цепь теста; 4 — удерживающее реле; 5 — блок управления; Н — нагрузка; Т — кнопка ТЕСТ

Работа УЗО на базе автоматического выключателя

В нашей стране, в отличие от общепринятой в мировой практике концепции, целым рядом предприятий производятся электронные УЗО на базе типового автоматического выключателя. Эти устройства функционируют следующим образом.

При возникновении дифференциального тока с модуля защитного отключения, содержащего дифференциальный трансформатор и электронный усилитель, на скомпонованный с модулем автоматический выключатель подается либо электрический сигнал (на модифицированную катушку токовой отсечки), либо с якоря промежуточного реле через поводок осуществляется механическое воздействие на механизм свободного расцепления выключателя. В результате автоматический выключатель срабатывает и отключает защищаемую цепь от сети. При отсутствии напряжения на входных зажимах такого устройства (например, при обрыве нулевого проводника до УЗО), во-первых, из-за отсутствия питания не функционирует электронный усилитель, во-вторых, отсутствует энергия, необходимая для срабатывания автоматического выключателя.

Таким образом, в случае обрыва нулевого проводника в питающей сети устройство неработоспособно и не защищает контролируемую цепь. При этом в данном аварийном режиме (при обрыве нулевого проводника) опасность

поражения человека электрическим током усугубляется, так как по фазному проводнику через неразомкнутые контакты автоматического выключателя в электроустановку поступает потенциал. Пользователь, полагая, что в сети напряжения нет, теряет обычную бдительность по отношению к электрическому напряжению и часто предпринимает попытки устранить неисправность и восстановить электропитание — открывает электрический щит, проверяет контакты, подвергая тем самым свою жизнь смертельной опасности.

УЗО со встроенной защитой от сверхтоков

Существует класс приборов — УЗО со встроенной защитой от сверхтоков (RCBO), так называемые «комбинированные» УЗО (рис. 24.5). Практически все фирмы-производители УЗО имеют в своей производственной программе УЗО со встроенной защитой от сверхтоков. Как правило, их доля в общем объеме выпускаемых устройств защитного отключения не превышает одного-двух процентов. Это объясняется довольно ограниченной областью их применения — незначительная, неизменяемая нагрузка, автономный электроприемник и т.п.

Показательным примером является освещение рекламных щитов, установленных на уличных павильонах остановок общественного транспорта, где питание двух-трех люминесцентных ламп осуществляется через комбинированное УЗО с номинальным рабочим током 6 А и номинальным отключающим дифференциальным током 30 мА.

Конструктивной особенностью УЗО со встроенной защитой от сверхтоков является то, что механизм размыкания силовых контактов запускается при воздействии на него любого из трех элементов — катушки с сердечником токовой отсечки, реагирующей на ток короткого замыкания, биметаллической пластины, реагирующей на токи перегрузки и магнитоэлектрического на дифференциального тока. Применение УЗО со встроенной защитой от сверхтоков, целесообразно лишь в обоснованных случаях, например, для одиночных потребителей электроэнергии.

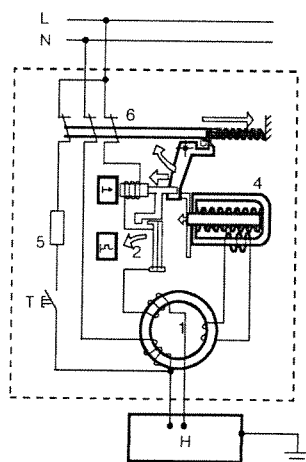


Рис. 24.5. Устройство УЗО со встроенной защитой от сверхтоков:

- 1 — катушка токовой отсечки;
- 2 — биметаллическая пластина;
- 3 — дифференциальный трансформатор тока;
- 4 — магнитоэлектрический расцепитель, реагирующий на дифференциальный ток;
- 5 — тестовый резистор; 6 — силовые контакты; Н — нагрузка; Т — кнопка ТЕСТ

Маркировка на корпусе УЗО

На каждом УЗО должна быть стойкая маркировка с указанием всех или, при малых размерах, части следующих данных [125].

1. Наименование или торговый знак (марка) изготовителя.
2. Обозначение типа, номера по каталогу или номера серии.
3. Номинальное напряжение U_n .
4. Номинальная частота, если УЗО разработано для частоты, отличной от 50 и (или) 60 Гц.
5. Номинальный ток нагрузки I_n .
6. Номинальный отключающий дифференциальный ток I_{Dn} .
7. Номинальная наибольшая включающая и отключающая коммутационная способность I_m .
8. Номинальный условный ток короткого замыкания I_{sc} .
9. Степень защиты (только в случае ее отличия от IP20).
10. Символ $[S]$ для устройств типа S, $[G]$ для устройств типа G.
11. Указание, что УЗО функционально зависит от напряжения сети, если это имеет место.
12. Обозначение органа управления контрольным устройством — кнопки ТЕСТ — буквой Т.
13. Схема подключения.
14. Рабочая характеристика: тип AC — символ , тип A — символ .

Маркировка по пп. 2, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 14 должна быть расположена так, чтобы быть видимой после монтажа УЗО. Информация об устройстве по пп. 1, 7, 13 может быть нанесена на боковой или задней поверхности устройства, видимых только до установки изделия. Информация об устройстве по пп. 4, 9, 11, а также значения интеграла Джоуля I^2t и пикового тока I_p должны быть приведены в эксплуатационной документации. Выводы, предназначенные исключительно для соединения цепи нулевого рабочего проводника, должны быть обозначены буквой «N». Стандартные значения температуры окружающей среды ($-5...+40^\circ\text{C}$) могут не указываться. Диапазон температур ($-25...+40^\circ\text{C}$) обозначается символом .

Особенности применения УЗО при различных системах заземления

В настоящее время в нашей стране специалисты ведут активную работу по повышению уровня электробезопасности в электроустановках жилых и общественных зданий. В руководящих документах теперь предписано: «В жилых и общественных зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых щитков до индивидуальных розеток, должны выполняться трехпроводными (фазный, нулевой рабочий и нулевой защитный проводники). Питание стационарных однофазных электроприемников следует выполнять трехпроводными линиями. При этом нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не следует подключать на щитке под один контактный зажим». Таким образом, сделан первый шаг по внедрению в России для электроустановок жилых и общественных зданий системы заземления TN-C-S.

Так, в ПУЭ (7-е издание) сформулированы требования к выполнению групповых сетей. Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освеще-

ния, штепсельных розеток и стационарных электроприемников. должны выполняться трехпроводными (фазный — L, нулевой рабочий — N и нулевой защитный — PE проводники). Не допускается объединение нулевых рабочих и нулевых защитных проводников различных групповых линий. Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать под общий контактный зажим.

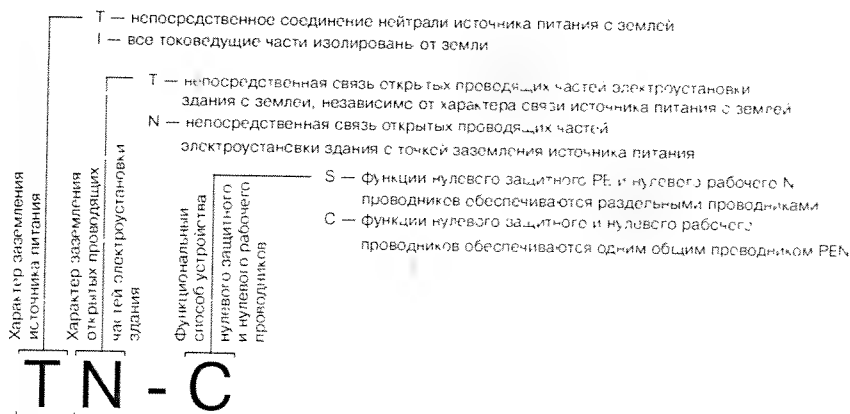
Выбор сечения проводников следует проводить согласно требованиям соответствующих глав ПУЭ. Однофазные двух- и трехпроводные линии, а также трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании однофазных нагрузок, должны иметь сечение нулевых рабочих N проводников, равное сечению фазных проводников.

Трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании трехфазных симметричных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих N проводников, равное сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм^2 по меди и 25 мм^2 по алюминию, а при больших сечениях — не менее 50% сечения фазных проводников, но не менее 16 мм^2 по меди и 25 мм^2 по алюминию.

Сечение PEN проводников должно быть не менее сечения N проводников и не менее 10 мм^2 по меди и 16 мм^2 по алюминию независимо от сечения фазных проводников. Сечение PE проводников должно равняться сечению фазных при сечении последних до 16 мм^2 , 16 мм^2 при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм^2 и 50% сечения фазных проводников при больших сечениях. Сечение PE проводников, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее $2,5 \text{ мм}^2$ — при наличии механической защиты и 4 мм^2 — при ее отсутствии. В новое издание ПУЭ 2001 года новые требования вошли в окончательной формулировке.

Практическая реализация электробезопасности

Классификация системы заземления



Практические схемы систем заземления

Существуют следующие системы заземления: TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT (рис. 24.6...24.10) [125].

В России до настоящего времени применяется система подобная TN-C (рис. 24.6), в которой открытые проводящие части электроустановки (корпуса, кожухи электрооборудования) соединены с заземленной нейтралью источника совмещенным нулевым защитным и рабочим проводником PEN, т.е. «занулены». Эта система относительно простая и дешевая. Однако она не обеспечивает необходимый уровень электробезопасности.

Системы TN-S (рис. 24.7), и TN-C-S (рис. 24.8) широко применяются в европейских странах — Германии, Австрии, Франции и др. В системе TN-S все открытые проводящие части электроустановки здания соединены отдельным нулевым защитным проводником PE непосредственно с заземляющим устройством источника питания.

При монтаже электроустановок правила предписывают применять для нулевого защитного проводника PE провод с желто-зеленой маркировкой изоляции.

В системе TN-C-S (рис. 24.8) во вводном устройстве электроустановки совмещенный нулевой защитный и рабочий проводник PEN разделен на нулевой защитный PE и нулевой рабочий N проводники.

В системе TN-C-S нулевой защитный проводник PE соединен со всеми открытыми проводящими частями и может быть многократно заземлен, в то время как нулевой рабочий проводник N не должен иметь соединения с землей.

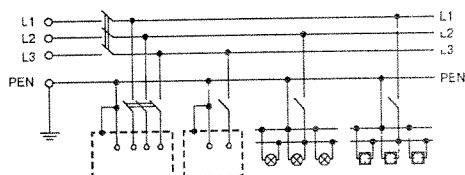


Рис. 24.6. Система TN-C

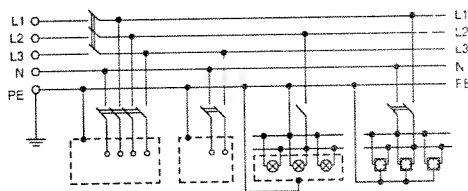


Рис. 24.7. Система TN-S

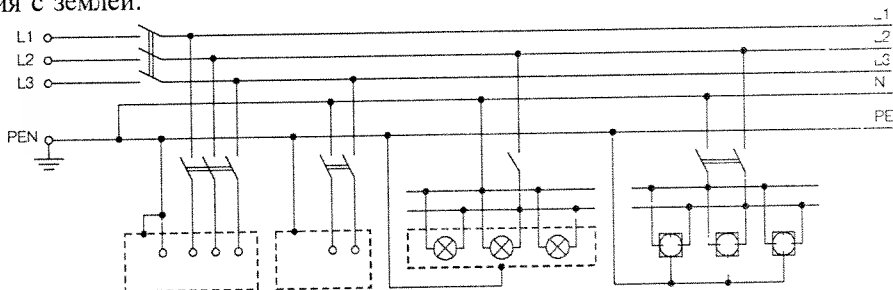


Рис. 24.8. Система TN-C-S

Наиболее перспективной для нашей страны является система TN-C-S, позволяющая в комплексе с широким внедрением УЗО обеспечить высокий уровень электробезопасности в электроустановках без их коренной реконструкции.

**Внимание!**

В электроустановках с системами заземления TN-S и TN-C-S электробезопасность потребителя обеспечивается не собственно системами, а устройствами защитного отключения (УЗО), действующими более эффективно в комплексе с этими системами заземления и системой уравнивания потенциалов.

Собственно сами системы заземления (без УЗО) не обеспечивают необходимой безопасности. Например, при пробое изоляции на корпус электроприбора или какого-либо аппарата, при отсутствии УЗО отключение этого потребителя от сети осуществляется устройствами защиты от сверхтоков — автоматическими выключателями или плавкими вставками.

Быстродействие устройств защиты от сверхтоков, во-первых, уступает быстродействию УЗО, а во-вторых, зависит от многих факторов — кратности тока короткого замыкания, которая в свою очередь зависит от сопротивления проводников, переходного сопротивления в месте повреждения изоляции, длины линий, точности калибровки автоматических выключателей и др.

Наличие на объекте металлических корпусов, арматуры и пр., соединенных с РЕ-проводником, повышает опасность электропоражения, поскольку в этом случае вероятность образования цепи «токоведущий проводник — тело человека — земля» гораздо выше. Только УЗО осуществляет защиту от прямого прикосновения.

Внедрение систем TN-S и TN-C-S в европейских странах, к опыту которых мы вынуждены постоянно обращаться, поскольку там рассматриваемые проблемы решались на два десятилетия раньше, также проходило с большими трудностями. Например, в литературе описан случай, когда электриком при подключении одного объекта ошибочно подключил фазу на защитный проводник, что повлекло за собой смертельное поражение нескольких человек.

В плане обеспечения условий электробезопасности при эксплуатации электроустановки серьезной альтернативой вышерассмотренным системам заземления является сравнительно новое, но все более широко применяемое эффективное электрозащитное средство — двойная изоляция.

Достижения химической промышленности в области производства пластиков и керамик, имеющих великолепные механические и электроизоляционные характеристики, позволили значительно расширить ассортимент электробезопасных электроприборов и электроинструментов в исполнении «двойная изоляция», при применении которых тип системы заземления в плане обеспечения условий электробезопасности не имеет значения. Изделия в исполнении «двойная изоляция» маркируются знаком

Рассмотрим систему TT (рис. 24.9). Все открытые проводящие части, защищенные одним защитным устройством, должны присоединяться защитным проводником к одному заземляющему устройству. Если несколько защитных уст-

роductов установлены последовательно, то это требование применяется отдельно к каждой группе открытых проводящих частей, защищаемой каждым устройством.

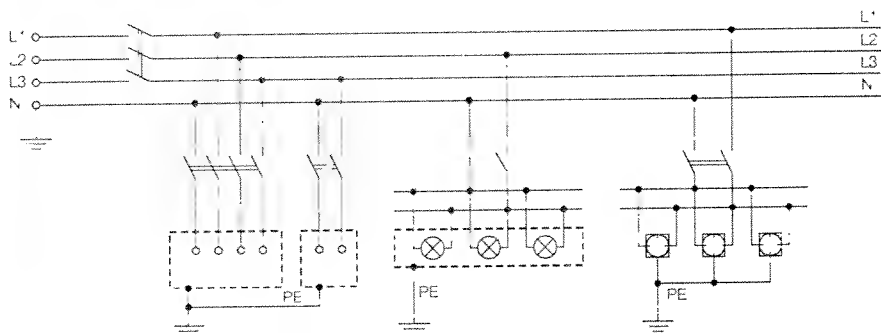


Рис. 24.9. Система TT

Нейтральная точка или, если таковой не существует, фаза питающего генератора, или трансформатора должны быть заземлены. Должно выполняться следующее условие: $R_A I_a = < 50 \text{ В}$, где R_A — суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника; I_a — ток срабатывания защитного устройства.

Если защитное устройство является устройством защитного отключения и реагирует на дифференциальный ток, то под I_a подразумевается уставка защитного устройства по дифференциальному току $I_{\Delta n}$.

Если защитное устройство — устройство защиты от сверхтока, то оно должно быть либо устройством с обратно зависимой времятоковой характеристикой и I_a — значение тока, обеспечивающее время срабатывания устройства не более 5 с, либо устройством с отсечкой тока и тогда I_a — уставка по току отсечки.

Системы IT (рис. 24.10), как правило, не должны иметь нулевого рабочего проводника. Однако в случаях применения системы IT с нулевым рабочим проводником необходимо предусматривать устройства обнаружения сверхтока в нулевом проводнике каждой цепи с воздействием на отключение всех проводников соответствующей цепи, находящихся под напряжением, включая нулевой рабочий проводник.

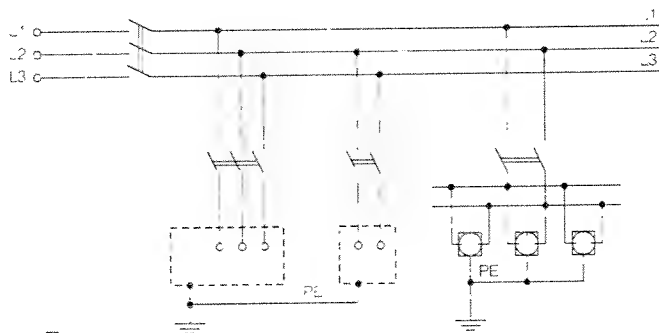


Рис. 24.10. Система IT

Не требуется выполнения таких мер, если нулевой рабочий проводник надежно защищен от коротких замыканий с помощью устройства, установленного со стороны питания или рассматриваемая цепь защищена с помощью устройства защитного отключения, реагирующего на дифференциальный остаточный ток с током уставки не более 0,15 максимально допустимого тока нулевого рабочего проводника. Такое устройство должно отключать все находящиеся под напряжением проводники соответствующей цепи, в том числе нулевой рабочий проводник.

Если требуется отключение нулевого рабочего проводника, то он должен отключаться после отключения фазных проводников, а включаться одновременно с фазными проводниками или ранее.

Применение УЗО в системе заземления TN

До настоящего времени большая часть электроустановок в нашей стране работает с системой заземления подобной TN-C. В такой электроустановке при пробое изоляции на корпус электроприемника в случае, если этот корпус не заземлен (например, холодильник или стиральная машина на изолирующем основании), УЗО, включенное в цепь питания электроприемника, не сработает, поскольку нет цепи протекания тока утечки — отсутствует разностный (дифференциальный) ток. При этом на корпусе электроприемника окажется опасный потенциал относительно земли.

В этом случае при прикосновении человека к корпусу электроприемника и протекании через его тело тока на землю, превышающего номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО (ток уставки) — $I_{\Delta n}$, УЗО среагирует и отключит электроустановку от сети, в результате жизнь человека будет спасена. Это означает, что в рассмотренном случае с момента нарушения изоляции и возникновения на корпусе электроприемника электрического потенциала до момента отключения дефектной цепи от сети существует период потенциальной опасности поражения электрическим током.

Таким образом, в электроустановках с системой заземления TN-C применение УЗО также оправдано, поскольку это устройство и в таких электроустановках обеспечивает эффективную защиту от электропоражения. Электроустановки с системами заземления TN-S, TN-C-S, TT в данном аспекте обладают значительным преимуществом: в аналогичной ситуации — при пробое изоляции на корпус, УЗО мгновенно отключит электропитание, поскольку все корпуса имеют надежное соединение с защитным проводником.

Подключение защитных проводников РЕ и уравнивание потенциалов

Следует особо пояснить правила подключения защитного проводника РЕ. Совмещенный нулевой и рабочий проводник PEN разделяется на нулевой защитный РЕ и нулевой рабочий N проводники во вводном устройстве (рис. 24.11).

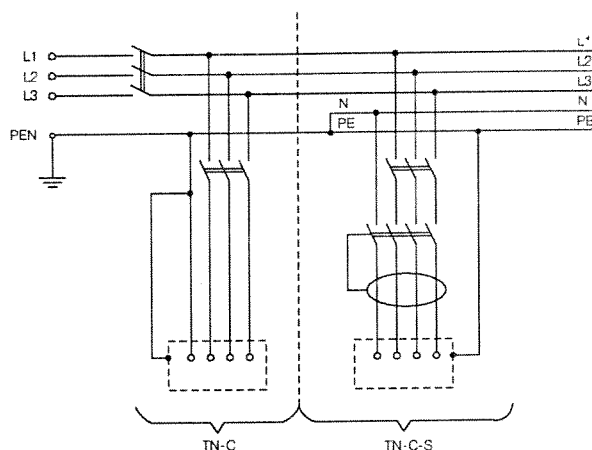


Рис. 24.11. Выполнение системы заземления TN-C-S

Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать под общий контактный зажим. Смысл этого требования заключается в необходимости, в целях обеспечения условий электробезопасности, сохранения соединения защитного проводника с заземлением в случае разрушения (выгорания) контактного зажима.

На рис. 24.12 показаны примеры выполнения этого подключения в этажном или квартирном щитках.

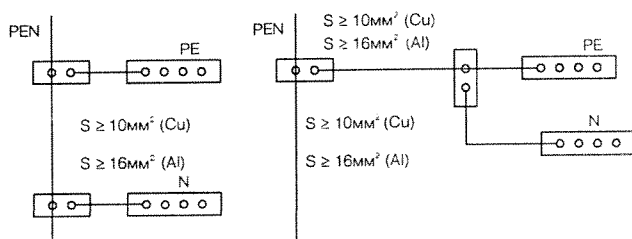


Рис. 24.12. Примеры выполнения подключения проводников PE и N к PEN

Для обеспечения условий электробезопасности в конкретной электроустановке важное значение имеет система уравнивания потенциалов. Правила выполнения системы уравнивания потенциалов определены стандартом МЭК 364-4-41 и ПУЭ (7-е изд.). Эти правила предусматривают подсоединение всех подлежащих заземлению проводников к общей шине (рис. 24.13).

Такое решение позволяет избежать протеканию различных непредсказуемых циркулирующих токов в системе заземления, вызывающих возникновение разности потенциалов на отдельных элементах электроустановки.

На рис. 24.14 приведен пример выполнения системы уравнивания потенциалов в электроустановке жилого дома.

В последнее время, с повышением оснащенности современных жилых домов и производственных зданий различными электроприборами и постоянным развитием их электроустановок, все чаще стали наблюдаться явления ускоренной коррозии трубопроводов систем водоснабжения и отопления. За короткое время — от полугода до двух лет — на трубах как подземной, так и воздушной прокладки образуются точечные свищи, быстро увеличивающиеся в размерах. Причиной ускоренной точечной (питтинговой) коррозии труб в 98% случаев является протекание по ним блуждающих токов.

Применение УЗО в комплексе с правильно выполненной системой уравнивания потенциалов позволяет ограничить и даже исключить протекание токов утечки, блуждающих токов по проводящим элементам конструкции здания, в том числе и по трубопроводам.

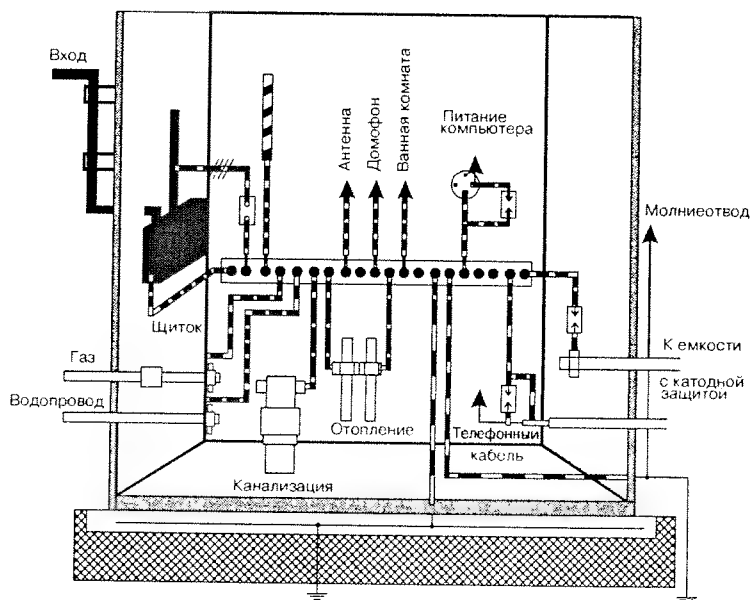


Рис. 24.13. Пример выполнения системы уравнивания потенциалов

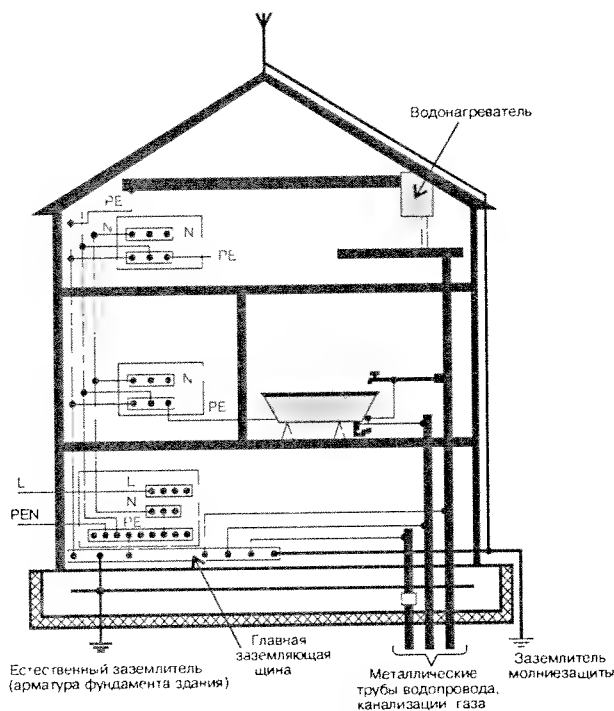


Рис. 24.14. Пример выполнения системы уравнивания потенциалов электроустановки здания

Анализ причин срабатывания УЗО и алгоритм поиска неисправностей

При срабатывании УЗО необходимо определить вид неисправности в электросети. Порядок действий электрика следующий [125].

1. Ввести УЗО. Если УЗО взводится, то это значит, что в электроустановке имела место утечка тока на землю, вызванная нестабильным или кратковременным нарушением изоляции. В этом случае необходимо провести общий контроль состояния изоляции. Проверить работоспособность УЗО нажатием кнопки ТЕСТ.
2. Если УЗО взводится и мгновенно срабатывает, то это означает, что либо в электроустановке имеет место дефект изоляции какого-либо электроприемника, электропроводки, монтажных проводников электрошита, либо УЗО неисправно. В этом случае необходимо произвести следующие действия:
3. Отключить все автоматические выключатели групповых цепей, защищаемых УЗО.
4. Если автоматические выключатели однополюсные или трехполюсные и не размыкают нулевые рабочие проводники, то с учетом того, что утечка тока возможна и с нулевого рабочего проводника, для обнаруже-

ния дефектной цепи возможно понадобится выполнить отсоединение всех нулевых рабочих проводников от сборной шины.

5. Ввести УЗО.
6. Если УЗО взводится, проверить работоспособность УЗО нажатием кнопки ТЕСТ. Мгновенное отключение УЗО означает, что оно исправно, но в защищаемой цепи имеется утечка тока. Если УЗО не взводится, то это означает, что имеет место неисправность изоляции монтажных проводников электрошита или неисправность УЗО.
7. Последовательно включать автоматические выключатели.
8. Если УЗО срабатывает при включении определенного автоматического выключателя, то это означает, что в цепи данного выключателя имеется повреждение изоляции.
9. Отключить или отсоединить все электроприемники в цепи выключателя, при включении которого сработало УЗО.
10. Ввести УЗО.
11. Если УЗО взводится, то это означает, что неисправность изоляции в каком-то из электроприемников. Если УЗО не взводится при всех отключенных электроприемниках данной цепи, то это означает, что дефектна изоляция электропроводки.
12. Последовательно включать каждый электроприемник данной цепи.
13. УЗО срабатывает при включении определенного электроприемника.
14. Отключить дефектный электроприемник.
15. Подключить все электроприемники (кроме дефектного), ввести УЗО, убедиться, что УЗО не срабатывает. Проверить работоспособность УЗО нажатием кнопки ТЕСТ.

Обзор рынка зарубежных УЗО

Электромеханические УЗО производят ведущие европейские фирмы — SIEMENS, ABB, GE Power, ABL Sursum, Hager, Корп, AEG, Baco, Legrand, Merlin-Gerin, Circutor и др. Хорошо зарекомендовавшая себя фирма ABB предлагает устройства F360, F370, DS640/DS650, DS652 и DS654. Средняя стоимость этих изделий в магазинах группы фирм ТФС — 90 у.е.

Французская фирма MERLIN-GERIN, входящая в промышленную группу SCHNEIDER, выпускает УЗО DPN N Vigi, Vigi C60, Vigi NC100, C60, NC 100 или NC 125. Их средняя стоимость по прайс-листу ТФС — 85 у.е.

Широкий выбор УЗО предлагает концерн SIEMENS. В его каталогах десятки устройств, разнообразие которых может удовлетворить любые требования покупателей. Наиболее популярная модель — двухполюсное УЗО NF15SZ3227. Стоимость изделий «Siemens» почти не отличается от аналогов вышеназванных фирм. Французская фирма LEGRAND поставляет в Россию УЗО типа DX/D40, двух- и четырехполюсные. Их стоимость в магазинах группы фирм ТФС — до 90 у.е.

Тут самое время еще раз напомнить, что дать сравнительную характеристику устройствам защитного отключения, поставляемым на российский рынок, так же невозможно, как составить «табель о рангах» производителей и поставщиков этих устройств в Россию. Хотите увидеть соответствие покупаемого УЗО или дифференциального автомата требуемым параметрам? Соотнесите характеристики вашего прибора с аналогичными для УЗО-2000 и для АСТРО*УЗО. Если импортные аналоги им уступают, купите отечественные изделия. По возможности, советуйтесь со специалистами. Что касается качества и надежности устройств, тут можно положиться на репутацию их производителей и продавцов. Предпочтение следует отдавать специализированным магазинам и электротехническим торговым домам.

Обзор отечественного рынка УЗО

В настоящее время в России для производителей устройств защитного отключения наступили благодатные времена. И прежде всего потому, что разработаны и приняты нормативные документы и правила по их установке. И на российском рынке электротехнического оборудования широко представлены УЗО как зарубежных, так и отечественных производителей. Причем потребителям предлагается как продукция очень высокого класса европейского производства, так и просто качественная европейская продукция, отвечающая европейским стандартам.

На отечественном рынке представлены УЗО таких мировых лидеров, как ABB, SIEMENS, Moeller, Merlin-Gerin. Свой сегмент рынка занимает и продукция производителей из Турции, Южной Кореи и Китая, устройства которых имеют более скромные качественные показатели.

Самые качественные устройства защитного отключения полностью изготавливаются из металла, такую продукцию продолжают выпускать в Германии. Но вообще у производителей во всем мире наметилась тенденция замены отдельных наименее важных деталей на пластмассовые. Но здесь важно подчеркнуть, что используемые в производстве УЗО пластмассы должны полностью отвечать всем технологическим требованиям. Даже корпуса УЗО делаются из специальных пластмасс, которые обладают повышенной твердостью, термостойкостью, не должны гореть и плавиться от высоких температур.

В России уже более десятка отечественных электротехнических предприятий наладили производство устройств защитного отключения. Спрос подстегивает производителей. Но большинство из них выпускают электронные УЗО. Что вполне объяснимо. Для создания производства всех необходимых комплектующих (а их около 50) из металла и высококачественных пластмасс (корпус устройства) необходимы солидные инвестиции.

Помимо этого, одним из основных узлов электромеханического УЗО является сердечник, выполненный из специального материала — аморфного железа вакуумной плавки. Это самая дорогостоящая деталь в устройстве. В

Европе такие сердечники выпускают всего два завода. В России подобные сердечники, по нашим данным, не выпускаются. Чтобы развернуть их производство опять-таки требуются вложения. А в электронных УЗО для сердечников может использоваться менее качественная сталь, усиление сигнала в них достигается за счет электроники.

Из российских предприятий производство электромеханических УЗО освоили курский ОАО «Электроаппарат» и «Московский завод электроизмерительных приборов». Разворачивает свое производство электромеханических УЗО «Чебоксарский электроаппаратный завод», при этом в традиционное устройство защитного отключения чебоксарские электротехники внесли ряд новшеств, которые значительно расширяют сферу его использования.

Кроме крупных электротехнических заводов в России в настоящее время существуют небольшие предприятия, которые успешно осваивают производство современной электротехнической продукции. Так, например, ЗАО «АСТРО-УЗО», которое наладило выпуск, а точнее сборку высококачественных электромеханических устройств защитного отключения из комплектующих зарубежного производства. Помимо сборки на предприятии на специальном оборудовании производится полный комплекс работ по регулировке и настройке УЗО, что позволяет изготавливать изделия, соответствующие европейским стандартам. Приведем примеры УЗО, представленные на российском рынке, отвечающих требованиям Госстандарта и Главгосэнергонадзора (по материалам журнала «Идеи Вашего дома»).

Ставропольский завод СИГНАЛ производит электронное «УЗО-20». По сведениям МНИИТЭП пять лет назад в Москве было установлено около 45000 устройств этой модели. Следует иметь в виду, что они получили многочисленные нарекания специалистов и пользователей из-за многочисленных отказов в работе. Стоимость УЗО-20 — одна из самых низких, для электрозашитных изделий данного типа.

ОАО ТЕХНОПАРК-ЦЕНТР производит по австрийской лицензии электромеханическое устройство АСТРО*УЗО. Оно разрешено для применения в жилых, общественных и производственных зданиях, имеет сертификат соответствия. АСТРО*УЗО сохраняет работоспособность при любых колебаниях и даже при отсутствии напряжения в сети, например, при обрыве нулевого или фазного проводников.

Семейство АСТРО*УЗО насчитывает 9 модификаций, отличающихся друг от друга количеством полюсов (двух- и четырехполюсные), параметрами номинального тока (16, 25, 40 и 63 А) и номинального отключающего тока (30 и 100 мА). Срок службы АСТРО*УЗО — не менее 10 лет, ресурс — 4 000 электрических и 10 000 механических циклов.

В ОАО «НИИ Проектэлектромонтаж», на основе обобщения многолетнего опыта работы института в области электробезопасности, разработано и производится электронное УЗО-2000. Выпускается в комбинации с автоматическим выключателем.

Технические параметры отечественных УЗО приведены в табл. 24.1.

Технические параметры отечественных УЗО

Таблица 24.1

Торговая марка и предприятие-изготовитель	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток нагрузки, А	Номинальный отключающий дифференциальный ток, мА	Номинальный неотключающий дифференциальный ток, мА	Предельное значение неотключающего сверхтока	Номинальная включающая и отключающая способность, кА	Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току, кА	Номинальный условный ток короткого замыкания, кА	Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания, кА	Номинальное время отключения, мс	Тип УЗО
Технические параметры отечественных электромеханических УЗО											
УЗО-01, ДЭК, г. Владивосток	240/415	16, 25, 32, 40, 63, 80, 100	10, 30, 100, 300	—	—	2,5	—	—	—	от 0,4 до 2,0	АС
УЗО ИЭК, г. Владивосток	230/400	16, 25, 32, 40, 63, 80, 100	10, 30, 100, 300, 500	0,5 порога срабатывания	—	1,5	—	—	—	0,2	АС
РСНО/301, РСНВ/304 МЗЭП, г. Москва	220, 220/380	16, 25, 32, 40, 63, 80	10, 30	—	—	—	—	—	—	—	АС
УЗО-М 304-2, УЗО-М 304-4, МЗЭП, г. Москва	220, 380	25, 40, 63	10, 30, 300	—	—	—	—	6	—	30	АС
УЗО-Д40, «Электроаппарат», г. Курск	220	16, 25, 32, 40	10, 30	0,5 порога срабатывания	—	1,5	1	4,6	—	40	АС
АСТРО-УЗО, ГП ОПЗ МЭИ, г. Москва	220, 380	16, 25, 32, 40, 65, 80, 100, 125	10, 30, 100, 300, 500	0,5 порога срабатывания	6 значений номинального тока	1,5	1,5	10	10	30	А, АС
Технические параметры отечественных электронных УЗО											
УЗО2...УХЛ4, «Электроконтактор», г. Владикавказ	220 ⁻³³ ₋₁₁	10, 16, 25, 32	10, 30	0,5 порога срабатывания	—	10 знач. ном. тока	—	—	—	60	АС
УЗО-ЩИТ-2, «Электроконтактор», г. Владикавказ	220 ⁻²⁰ ₋₂₀	8, 31, 5, 40	6, 10, 30, 50	—	—	1,2	—	3	—	100	АС
УЗО ВАД11, «Низковольтник», г. Октябрьский	220	6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40	10, 30, 100	—	—	—	—	4,5	—	40	АС
УЗО 20, «Сигнал», г. Ставрополь	220	6, 3, 10, 16, 25, 31, 5	10, 30	—	—	1	0,06	—	—	50	АС
УЗО 22 (22Е), «Сигнал», г. Ставрополь	220	6, 10, 16, 25, 32, 40, 50, 63	10, 30, 100, 300	—	—	1,5 (4,5)	1,5	—	—	40	АС

Устройство защитного отключения УЗО01

Применяется в низковольтных электрических сетях бытового и промышленного назначения для защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при контакте с открытыми токопроводящими частями электроустановок, а также для предотвращения возгораний, возникающих вследствие протекания токов утечки и замыканий на землю. Они функционируют при любых колебаниях напряжения в сети и даже при его отсутствии, например, при обрыве нулевого или фазного проводников.

УЗО01 предназначено для работы в сети, где защитный проводник «земля» и рабочий «ноль» разделены. Эти электромеханические устройства могут работать и в двухпроводных сетях. Но в таких случаях перед УЗО в цепь должно подключаться заземление.

Основные параметры:

Количество полюсов	2, 4
Номинальное напряжение U_n , В.....	240/415
Частота, Гц	50
Номинальный отключающий дифференциальный ток (уставка) I_n , мА	10, 30, 100, 300
Номинальный неотключающий дифференциальный ток I_{no} , мА	$0,5I_n$
Номинальная включающая и отключающая способность I_m , А	1500
Номинальный условный ток короткого замыкания (КЗ) I_{nc} , А	3000
Время отключения (срабатывания) при I_n , не более, с	0,05
Номинальный ток нагрузки I_n , А:	
2-полюсное	16, 25, 32, 40, 63, 80, 100
4-полюсное	16, 25, 32, 40, 63, 80

Механическая износостойкость:

Механических циклов, не менее	10000
Коммутационная износостойкость электрических циклов, не менее	2500
Сечение подключаемого провода, мм ²	1...35
Степень защиты	IP20
Функциональное исполнение	АС*

* — данное исполнение означает, что УЗО реагирует на переменный синусоидальный дифференциальный ток, возникающий внезапно, либо медленно нарастающий (ГОСТ Р 50807-95).

Конструкция

УЗО01 — электромеханическое устройство, не имеющее собственного потребления энергии, состоит из следующих частей: дифференциальный трансформатор тока (ДТТ), электромагнитный расцепитель на постоянном магните, механизм свободного расцепления, пятипластинчатые дугогасительные камеры, комбинированные зажимы из посеребрённой меди и анодированной стали, рукоятка управления ВКЛ-ВЫКЛ и т.д. Прибор оборудован кнопкой ТЕСТ для периодической проверки работоспособности.

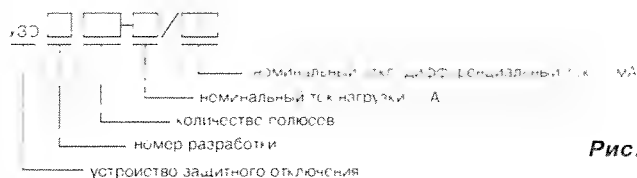


Рис. 24.15. Структура условного обозначения

Все узлы УЗО заключены в корпус, изготовленный из негорючей пластмассы (см. рис. 24.16). УЗО-01 имеет возможность соединения с автоматическими выключателями ВА102 ДЭК с помощью U-образной контактной шины.

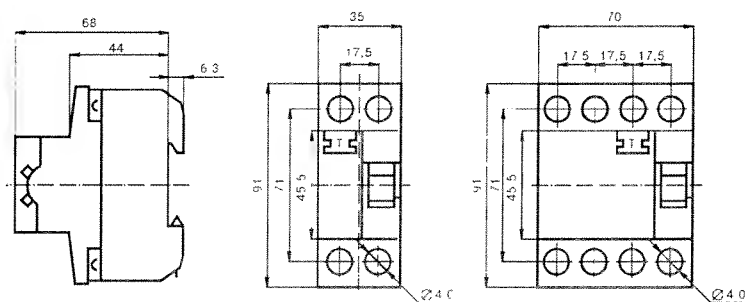


Рис. 24.16. Габаритные размеры УЗО01

Условия эксплуатации

Температура окружающего воздуха должна быть в пределах от -5 до $+40^{\circ}\text{C}$, а ее среднесуточное значение не должно превышать $+35^{\circ}\text{C}$. Высота места установки не должна превышать 2000 м над уровнем моря. Воздух должен быть чистым, относительная влажность не должна превышать 50% при максимальной температуре $+40^{\circ}\text{C}$. При более низких температурах допускается более высокая относительная влажность, например 90% при $+25^{\circ}\text{C}$. Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая газы, жидкость и пыль в концентрациях, нарушающих работу УЗО. Магнитное поле в месте монтажа не должно превышать 6-кратного магнитного поля земли в любом направлении. Монтаж должен производиться в защищенном от осадков, проветриваемом помещении при температуре не выше $+40^{\circ}\text{C}$, и не ниже -25°C . Монтаж и пуск устройства в эксплуатацию должен производить только квалифицированный электротехнический персонал.

УЗО должно включаться в схему последовательно с устройством защиты от сверхтоков (автоматическим выключателем или предохранителем). Причем, номинальный ток нагрузки УЗО должен быть на ступень выше или равен току устройства защиты. Это необходимо для того, чтобы обеспечить надежную коммутацию цепей нагрузки с учетом возможных перегрузок. Устройство крепится на монтажную рейку (DIN) 35x7,5 мм (стандарт EN 50022) с помощью защелки.



Внимание! Монтаж УЗО на DIN-рейку необходимо производить аккуратно, т.к. корпус прибора изготовлен из хрупкой негорючей пластмассы, и при неосторожном обращении возможна поломка крепежного замка.

справочник
**домашнего
электрика**

**Электро-
монтажные
работы,
диагностика,
ремонт**

Раздел VI

Глава 25

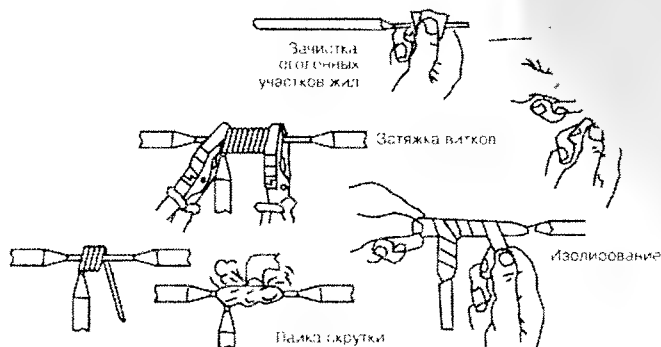
Электромонтажные
работы и обслуживание
электропроводки

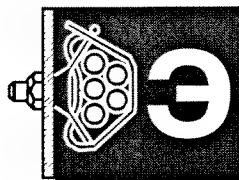
Глава 26

Приборы для
обнаружения
и диагностики
скрытой проводки

Глава 27

Металлоискатели
для обнаружения
подземных кабелей





Электромонтажные работы и обслуживание электропроводки

Рекомендации по проведению монтажных работ

Электрическая проводка

Электрическая проводка состоит из проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

Внутренняя электрическая проводка может быть:

- **открытой**, проложенной по поверхности стен и потолков;
- **скрытой**, проложенной внутри строительных конструкций зданий и сооружений, а также под слоем штукатурки.

Выбор вида и способа прокладки электрической проводки определяется проектом, учитывающим, в первую очередь, требования электробезопасности. При выборе проводов учитывают условия, для которых предназначены провода.

По степени опасности поражения электрическим током все помещения делят на три группы:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

Помещения по условиям среды делят:

- **сухие** — отапливаемые помещения, где относительная влажность не превышает 60%;
- **влажные** — сухие неотапливаемые помещения (лестничные клетки) или помещения, в которых пары выделяются лишь временно в небольших количествах, а относительная влажность в пределах 60...75%, например, столовые;
- **пыльные** — помещения, в которых выделяемая пыль может оседать на проводах, проникать внутрь электроприборов, например, склады цемента;
- **сырые** — помещения, где относительная влажность длительно превышает 75%, например, овощехранилища, кухни общественных столовых, туалеты;
- **особо сырые** — помещения с относительной влажностью воздуха 100%, а потолок, стены, полы и предметы покрыты влагой, например, моечные, теплицы, парники, наружные установки под навесом;
- **помещения с химически активной средой** — склады минеральных удобрений, ядохимикатов;

- **пожароопасные** — склады минеральных масел, деревообрабатывающие цеха и мастерские, библиотеки;
- **взрывоопасные** — аккумуляторные, хранилища нефтепродуктов.

Выбор вида и способа прокладки электропроводки

Выбор вида и способа прокладки определяют в зависимости от условий надежности, долговечности, безопасности, гигиеничности, а также из эстетических соображений. С учетом этих положений в цехах промышленных предприятий и во вспомогательных помещениях жилых и общественных зданий применяют преимущественно открытые виды электрической проводки с прокладкой проводов и кабелей на тросах, изоляторах, роликах непосредственно по поверхности стен и потолков, а также открыто в стальных тонкостенных, винипластовых и других трубах, на лотках и в коробах.

Во вновь строящихся жилых и общественных зданиях, в школах, административных зданиях, к которым предъявляются повышенные гигиенические и эстетические требования, применяют преимущественно скрытые виды электрической проводки.

При подборе проводов или кабелей для электроустановок необходимо выбрать не только провод или кабель подходящей марки, но и необходимую площадь сечения токоведущих жил. Площадь сечения проводов и кабелей должна быть выбрана с таким расчетом, чтобы рабочий ток не создавал перегрева проводов, была обеспечена достаточная механическая прочность электрической проводки и обеспечивался требуемый уровень напряжения у электроприемников.

Подготовительные работы

Монтаж внутренней проводки условно делят на две стадии:

- **подготовительную**, во время которой выполняют разметочные и заготовительные работы;
- **основную**, во время которой прокладывают провода и делают все необходимые соединения.

К подготовительным работам относятся:

- ознакомление с рабочими чертежами проекта электроустановки и монтажными схемами;
- разметка мест установки электрооборудования, светильников, арматуры, коммутационных аппаратов, электрических щитков и линий прокладки проводов;
- выполнение в строительных основаниях отверстий и гнезд;
- сверление проходов через стены и другие элементы строительных конструкций, изготовление борозд (штрабов) для скрытой проводки;

- установка крепежных деталей, предназначенных для закрепления на них оборудования (закладных и гвоздевых дюбелей);
- установка и закрепление электрооборудования щитков, коммутирующих аппаратов, осветительных приборов.

Разметка

Разметка является ответственным видом подготовительных электромонтажных работ. Этапы разметки:

- **определение точек закрепления** светильников, выключателей, штепсельных розеток;
- **разметка трассы** электропроводки, начиная от группового щитка.

Одиночные светильники размещают в центре потолка. Если светильников несколько, их располагают на пересечении диагоналей одинаковых прямоугольников, на которые разбивают площадь потолка. В некоторых случаях разметку производят на полу, перенося затем точки подвеса светильников с пола на потолок с помощью отвесов.



Пример. Нужно установить один светильник в центре помещения. На полу из противоположных углов натягивают по диагонали два шнура. Точку их пересечения на полу намечают мелом. Затем при помощи отвеса переносят эту точку на потолок. Линии при разметке рекомендуется наносить мелом, углем или карандашом. При больших длинах разметочных линий их отбивают разметочным шнуром, окрашенным синькой, сухой охрой или другими красящими веществами.

Незащищенную открытую проводку, рассчитанную на напряжение выше 42 В, располагают на высоте не менее 2 м в помещениях без повышенной опасности и не менее 2,5 м в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных. **Открытую проводку** на напряжение до 42 В в любых помещениях прокладывают на высоте не ниже 2 м. Высота прокладки **защищенных проводов, кабелей и проводов в трубах**, металлорукавах не нормируется.

Выключатели, устанавливаемые у входа в помещение (внутри или вне его), размещают обычно так, чтобы их не закрывала открывающаяся дверь. Ставят выключатели на высоте 1,5 м от пола. В детских учреждениях и в помещениях для пребывания детей выключатели устанавливают на высоте 1,8 м от пола, а **штепсельные розетки** — 1,5 м от пола. В обычных помещениях штепсельные розетки устанавливают на высоте 0,8...1,0 м от пола, в удалении от заземленных частей (трубопроводов, плиток, раковин) на расстоянии не менее 0,5 м.

При открытой электропроводке размечают места установки **подрозетников**, на которых в дальнейшем будут крепиться выключатели или штепсельные розетки защищенного исполнения.

При установке выключателей и штепсельных розеток **скрытого исполнения** размечают места размещения **коробок** диаметром 70 мм.

Пробивные работы

Пробивные работы являются наиболее трудоемкими. Содержание работ включает выполнение в строительных конструкциях отверстий:

- под закладные детали;
- под гнезда и ниши для осветительных и установочных коробок, групповых щитков;
- для проходов трасс сквозь стены и перекрытия.

В современном строительстве принимают необходимые меры для того, чтобы все эти работы выполнялись в заводских условиях в процессе изготовления соответствующих строительных конструкций. Однако остается еще много случаев, когда все-таки приходится выполнять их на месте. В этих случаях применяют различные средства механизации:

- для получения отверстий используют ударные дрели со сверлами, снабженными на режущих кромках твердосплавными пластинками, и перфораторы;
- для создания борозд используют механизмы, рабочим инструментом которых служит фреза, прорезающая борозду глубиной 20 мм и шириной 6...8 мм.

Применяют при выполнении вышеуказанных работ и **ручные инструменты**. Так, для изготовления гнезд и борозд используют **зубило** или **скарпель** с твердосплавной напайкой, для ручной пробивки отверстий небольшого диаметра — **пробойники** типов ПО-1 (диаметром 4,8 мм) и ПО-2 (диаметром 7,8 мм). Для удобства работы пробойники вставляют в предохранительную оправку ОПКМ.

Крепления электромонтажных изделий к строительным конструкциям

Для крепления электромонтажных изделий к строительным конструкциям из бетона или кирпича используют **закладные дюбеля**. Наиболее просты, дешевы и удобны в применении **капроновые дюбеля** (рис. 25.1), состоящие из пластмассового корпуса и стального шурупа с шайбой. Длина корпуса (у разных типов) составляет 25...80 мм, диаметр 6...20 мм. Он слегка сужен к одному концу и вдоль своей оси имеет разрез, не достигающий до широкого конца. Вдоль оси у дюбеля имеется сквозное отверстие под шуруп. Для установки дюбеля в кирпичном или бетонном основании делают отверстие так, чтобы дюбель плотно входил в него. При завертывании крепежного шурупа в дюбель создается распор, прочно удерживающий его в отверстии.

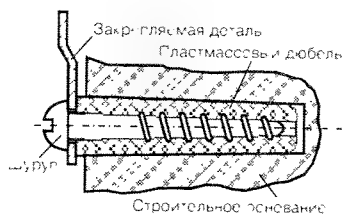


Рис. 25.1. Крепление капроновым дюбелем

Вместо дюбелей иногда применяют **заменители**. Кусок пластмассовой трубки надрезают вдоль, свертывают и вставляют в отверстие, затем ввинчивают шуруп. Он распирает полученную таким образом гильзу, и она прочно закрепляется в основании.

Находят применение также **стальные гвоздевые дюбеля**. Их изготавливают из качественных конструкционных сталей и подвергают термической обработке, придающей им высокую прочность. Эти дюбеля можно забивать в прочные строительные основания, пользуясь специальными **оправками** (рис. 25.2). Такие дюбеля применяют, в частности, при прокладке проводов и кабелей с применением крепежных изделий.

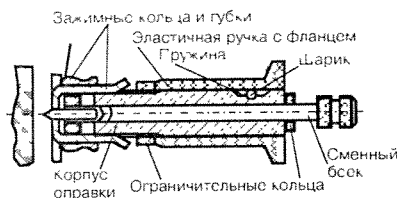


Рис. 25.2. Оправка ОД-6 с зажатым дюбелем для ручной забивки

Установочные изделия, а также ролики нередко крепят к кирпичным и бетонным стенам с помощью **проволочной спирали** и **алебастра**. В этом случае спираль делают из мягкой проволоки, накручивая ее на шуруп так, чтобы он легко ввинчивался в спираль и вывинчивался из нее и, кроме того, чтобы снаружи оставались выступающие части. Алебастр разводят до густоты сметаны. Пробитое отверстие, освобожденное от пыли и слегка увлажненное, заполняют разведенным алебастром и в него вдавливают спираль с полностью ввинченным в нее шурупом. Через несколько минут, когда алебастр застынет, шуруп можно вывинчивать и крепить изделие.

Крепление установочных изделий

При выполнении подготовительных работ крепят установочные изделия:

- выключатели и переключатели;
- штепсельные розетки;
- потолочные и настенные патроны для ламп;
- ответвительные коробки для соединения и ответвления проводов при скрытой электропроводке.

Установочные (для выключателей и штепсельных розеток) и ответвительные коробки помещают в предварительно подготовленные **гнезда** так, чтобы их лицевые крышки находились в плоскости оштукатуренных стен. Крепление коробок в гнездах производят **алебастровым раствором**.

Коробки для установки выключателей, переключателей и штепсельных розеток при скрытой электропроводке изготавливают в большинстве своем из стали. На коробках сделаны надрубы для ввода проводов. **Надрубы**, которые соответствуют направлению трассы, перед установкой коробки в гнездо удаляют.

В корпусах ответвительных коробок, служащих для соединения и ответвления проводов для скрытой проводки, имеются тонкие участки, предназначенные для ввода проводов. При электромонтаже эти участки удаляют.

Выключатели, штепсельные розетки крепят в установочных коробках или в специальных гнездах с помощью **распорных лапок** (рис. 25.3). Для этого штепсельную розетку или выключатель привинчивают к **распорной скобе**, которую вместе с корпусом выключателя устанавливают в предназначенном для выключателя гнезде. При этом распорные лапки должны упираться в стенки и хорошо держаться. Винты служат для раздвигания распорных лапок.

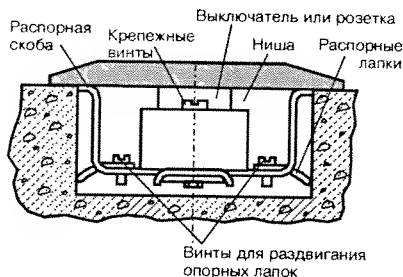


Рис. 25.3. Крепление розетки с помощью распорной скобы

При выполнении открытой проводки штепсельные розетки, выключатели, переключатели, настенные и потолочные патроны привинчивают двумя шурупами к деревянным подрозетникам диаметром, немного превосходящим диаметр изделия. Деревянную розетку крепят к кирпичным и бетонным стенам с помощью пластмассовых дюбелей или, что хуже, с помощью деревянных колышков, забитых в подготовленные для них гнезда, о чем говорилось выше.

На подготовительной стадии электромонтажных заготовок готовят также **комплектные линии** осветительной проводки с применением изделий и узлов заводского изготовления. Для этого по проекту:

- определяют количество типовых помещений;
- на каждый тип помещения или квартиры в целом составляют **развернутую схему проводки** с указанием на ней всех размеров магистралей и ответвлений с учетом запаса проводов для соединений и подсоединения к приборам.

По схеме рассчитывают **раскрой проводов**, после чего собирают схему всей проводки в соответствии с количеством помещений каждого типа. Затем схему электропроводки проверяют («прозванивают»), сваривают или спрессовывают и изолируют все соединения и ответвления проводов. Заготовленную электропроводку сматывают в бухты и маркируют по типам помещений.

Под термином «**прозванивают**» понимают проверку целостности жил (цепей) и отсутствия их замыкания между собой или на землю. Происхождение термина «прозванивать» связано с тем, что первоначально для выполнения таких проверок применяли электрические звонки, зуммеры и т.п., которые включали в цепь, содержащую проверяемый проводник, источник тока и прибор-индикатор, а они сигнализировали о наличии тока в цепи, т.е. о ее целостности.

Монтаж заготовленной электропроводки в помещениях (это относится уже к основным работам) сводится к прокладке и креплению проводов и ответвительных коробок, сборке соединений отдельных участков схемы и подсоединению к щиткам и светильникам. Такая последовательность элект-

ромонтажных работ позволяет большую часть их выполнять в удобных стационарных условиях, что увеличивает производительность труда и повышает качество электромонтажных работ. Основные работы сводятся к тому, что:

- отмеряют, отрезают, правят, прокладывают и крепят провода;
- проверяют правильность монтажа и соответствие его проекту электроустановки;
- проверяют работу электроустановки под напряжением и сдают ее в эксплуатацию.

Монтаж открытой электропроводки с применением крепежных изделий или изолирующих опор

Проводка внутри зданий может быть выполнена:

- **открыто** — по поверхности стен, потолков (применяют, в основном, в производственных помещениях);
- **скрыто** — в стенах, перекрытиях, полу (применяют в общественных зданиях и жилых домах).

Открытую прокладку проводов производят:

- с применением крепежных изделий (пластмассовых закрепов-пряжек, закрепок, металлических полосок) для крепления проводов и кабелей к строительным конструкциям;
- на изолирующих опорах (роликах, изоляторах).

Выбор способа крепления электропроводки определяется проектом и зависит:

- от строительных и конструктивных особенностей здания;
- от типа провода;
- от категории помещения;
- от условий эксплуатации.

В качестве электропроводки **внутри здания** применяют:

- изолированные провода;
- небронированные кабели.

В **осветительных сетях** открытую проводку чаще всего осуществляют с помощью плоских проводов, имеющих разделительное основание. Их крепят к поверхностям с помощью гвоздей. Однако в ряде случаев такая проводка оказывается неприемлемой:

- не допускается открытая прокладка плоских проводов в пожароопасных помещениях и на чердаках;
- не допускается открытая и скрытая проводка во взрывоопасных, особо сырых помещениях и в помещениях с активной агрессивной средой, а также по деревянным основаниям в детских и лечебных учреждениях, зрелищных предприятиях.

Во всех перечисленных случаях, в силовых сетях применяют соответствующие этим условиям марки проводов и кабелей. Крепление их к строительным основаниям осуществляют с применением **крепежных средств**.

Укрепляют провода металлическими скобами:

- с одной лапкой на горизонтальных участках (при этом лапки скоб располагают ниже провода или кабеля);
- с двумя лапками при вертикальной прокладке по стенам, потолкам, при прокладке проводов и кабелей пучками, а также на поворотах и у вводов (рис. 25.4).

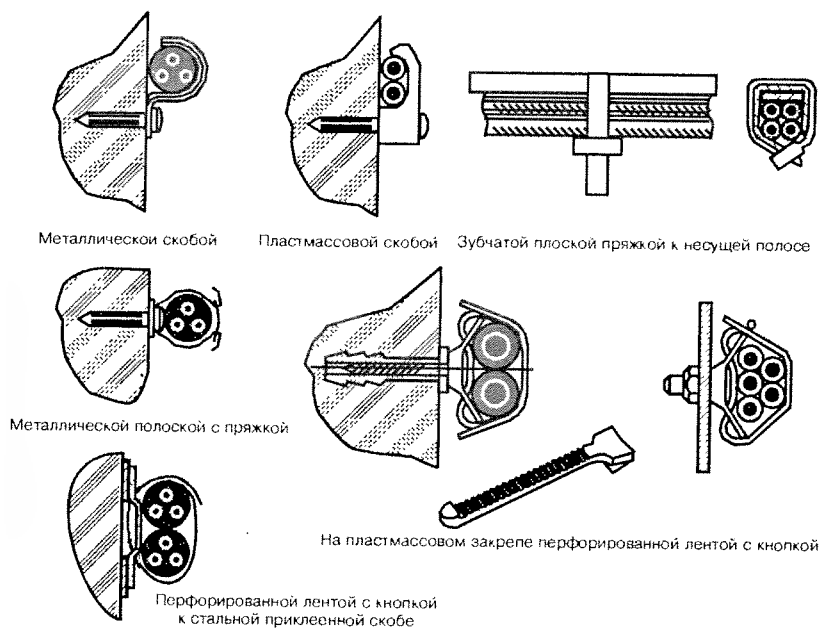


Рис. 25.4. Примеры крепления небронированных проводов и кабелей

Для крепления некоторых видов проводов и кабелей сечением до 6 мм^2 используют **полиэтиленовые скобы**. В строительное основание вбивают дюбель-гвозди так, чтобы между головкой дюбеля и основанием оставалось расстояние $5...7 \text{ мм}$. В нижней части скобы сделана прорезь, предназначенная для надевания скобы на выступающую часть гвоздя. При нажатии на скобу она как бы зашелкивается вокруг дюбеля. Окончательную установку скобы осуществляют легкими ударами молотка по дюбелю.

Крепление металлических и пластмассовых (кроме полиэтиленовых) крепежных деталей к бетонным, железобетонным, керамическим, асбоцементным, стеклянным строительным основаниям выполняют с помощью клея **БМК-5К**. Для этой цели применяют пластмассовые **закреп-кнопки** и **закреп-пряжки** с рифленой опорной поверхностью, увеличивающей прочность крепления.

В производственных помещениях провода и кабели нередко крепят скобами или пряжками к несущим струнам или лентам, которые натягивают вплотную к стене (рис. 25.4). В качестве несущей струны применяют оцинкованную проволоку диаметром 2...4 мм.

Места установки опорных конструкций и крепежных деталей размечают в следующей последовательности:

- у коробок;
- у электроприемников;
- на поворотах;
- у проходов через стены;
- в точках промежуточных креплений.

Места установки крепежных деталей, поддерживающих или закрепляющих провода и кабели, располагают вдоль трассы на одинаковых расстояниях. Максимальные расстояния между точками крепления открытой осветительной электропроводки защищенными проводами и кабелями сечением жилы до 4 мм² составляет:

- не более 0,5 м при горизонтальной прокладке;
- не более 1,0 м при вертикальной прокладке.

Электропроводку на изоляторах применяют в промышленных сооружениях и помещениях сельскохозяйственного назначения. В непроизводственных помещениях открытую проводку на роликах и изоляторах выполняют в подвалах, душевых, на чердаках, снаружи по стенам зданий, под навесами.

Незащищенные изолированные провода на роликах и изоляторах в помещениях без повышенной опасности прокладывают на высоте не менее 2 м от уровня пола. Это требование не распространяется на спуски к выключателям и розеткам.

При проходе через стены изолированные провода прокладывают в неразрезанных изоляционных полутвердых трубках, которые должны быть:

- оконцованы в сухих помещениях изолирующими втулками;
- в сырых и при выходе наружу оконцованы воронками.

При проходе из одного сухого помещения в другое такое же помещение допускается прокладывать провода в общей изоляционной трубке, а при проходах из сухого помещения в сырое каждый провод прокладывают в отдельной изоляционной трубке, а концевые воронки заливают изолирующим составом.

В настоящее время проводку шнурами и проводами на роликах применяют очень редко. На роликах прокладывают провода марок **ПР, АПР, ПРВ, АПРВ, ПВ, АПВ, ПРД**. В сельской местности разрешается прокладывать на роликах и плоские провода марок **ППВ, АППВ**.

Монтаж электропроводки плоскими проводами

Плоские провода прокладывают открыто или скрыто. Способ прокладки определяется:

- видом строительного основания (т.е. материалом стен и перегородок);
- наличием или отсутствием у провода разделительного основания;
- изоляцией проводов (если провод покрыт изоляцией без красителя, прозрачной, несветостойкой, его нельзя прокладывать открыто).

Открытую прокладку выполняют по стенам и перегородкам из любого материала, покрытого штукатуркой. Провод, имеющий разделительное основание, прибавают гвоздями с малой шляпкой через каждые 2...4 м. Строительным основанием могут быть также стены и перегородки из негорючего материала, покрытые обоями. Прокладку этим проводом ведут поверх обоев, верхнюю горизонтальную проводку — выше обоев. При открытой прокладке по деревянной стене под провод надо подкладывать по всей длине полосу асбеста толщиной не менее 3 мм, выступающую по обе стороны провода не менее чем на 5 мм. Забивать гвозди следует осторожно, пользуясь оправкой, чтобы не повредить изоляцию.

Кроме крепления гвоздями, провода приклеивают специальным клеем или прикрепляют пластмассовыми или резиновыми скобами.

Трассы проводок рекомендуется проводить по архитектурным линиям помещений (вдоль карнизов, плинтусов — на расстоянии не менее 20 мм от плинтуса).

Скрытую под штукатуркой прокладку выполняют в специальных бороздах и без них по кирпичным и бетонным основаниям. Провод закрепляют («примораживают») строительным гипсом (алебастром).

Если строительным основанием являются деревянные стены и перегородки, покрываемые мокрой штукатуркой, то провод прокладывают по слою листового асбеста толщиной не менее 5 мм. Асбест или намет алебаstra кладут либо поверх дранки, либо в борозду, вырезанную в дранке. Асбест или намет алебастрового раствора должен выступать по обе стороны провода на менее чем на 5 мм. Провод в этом случае также закрепляют алебастром. Не допускается крепление скрытой проводки гвоздями.

По деревянным стенам и перегородкам, покрываемым сухой гипсовой штукатуркой, провод прокладывают либо в сплошном слое алебастрового намета, либо между двумя слоями листового асбеста, выступающего с каждой стороны не менее чем на 5 мм.

Плоскими проводами выполняют проводку в перекрытиях из негорючих плит — в бороздах, зазорах между плитами с заделкой их алебастровым раствором, в каналах пустотелых железобетонных плит, поверх плит перекрытия в слое алебастрового или цементного намета.

Если плоские провода проходят рядом друг с другом, то они не должны соприкасаться, между ними необходимо оставлять просветы. При пересечении проводов один из них (верхний) дополнительно изолируют тремя-четырьмя слоями изоляционной ленты.

При изгибе проводов на ребро (поворот трассы) в месте изгиба следует вырезать пленку разделителя между жилами на участке 40...60 мм и отвести одну жилу от вершины угла. Это исключит соприкосновение жил.

Параллельная прокладка, пересечение и изгибание проводов, имеющих разделительное основание, показаны на рис. 25.5.

В местах ввода проводов в выключатели, штепсельные розетки, ответвительные коробки разделительную пленку удаляют, а участки, где проводники могут соприкасаться, изолируют дополнительно.

Соединение плоских проводов выполняют только в ответвительных пластмассовых или металлических коробках. Причем металлические коробки внутри имеют обкладку из изолирующего материала. В некоторых случаях для этой цели используют ниши в стеновых панелях, закрываемые специальными крышками. Для протяжки проводов и разветвления их при скрытых электропроводах применяют ответвительные стальные коробки:

- У197 (высота 46 мм, диаметр 77 мм);
- У198 (высота 45 мм, диаметр 100 мм).

Для протягивания проводов и разветвления их при открытой и скрытой электропроводке сечением до 4 мм² применяют ответвительные пластмассовые коробки:

- У191М (высота 20,5 мм, диаметр 96 мм);
- У192М (высота 35,5 мм, диаметр 96 мм);
- У194М (высота 20 мм, диаметр 70 мм);
- У195М (высота 35 мм, диаметр 70 мм).

Для ввода в коробку у проводов вырезают разделительное основание по длине 100 мм. Вводят провода в коробку либо через специальное отверстие, либо удаляя в стенках коробки специально для этого предназначенные более тонкие участки, называемые подпрессовками.

В коробках без зажимов для соединений проводов применяют пайку, сварку или опрессовку. Места соединений изолируют с помощью изоляционной ленты. Для изоляции мест соединения проводов сечением до 4 мм² применяют также пластмассовые колпачки (длина 45 мм, диаметр в зависимости от марки — 9, 12 или 15 мм).

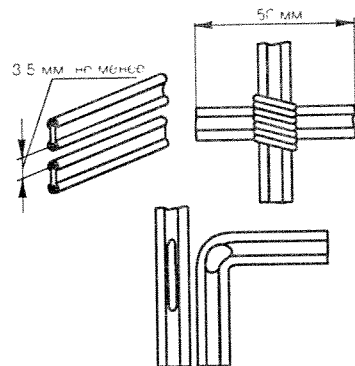


Рис. 25.5. Варианты прокладки плоских проводов

В тех случаях, когда сварку и опрессовку по какой-либо причине выполнить нельзя, применяют ответвительные коробки с зажимами. Для удобства монтажа зажимы расположены на выемной шайбе.



Внимание!

При соединении алюминиевых проводов будьте внимательны. Алюминий под давлением «течет», вследствие чего контакт ухудшается. Поэтому к зажимам для алюминиевых проводов предъявляются особые требования: постоянный нажим и предотвращение выдавливания провода из зажима. Болтовое контактное соединение, применяемое в этих случаях, показано на рис. 25.6. На кольцо провода надевают звездочку (или скобу). Звездочка (скоба) не дает кольцу раздаваться в стороны. Шайбы гровера пружинят, поддерживая давление винта постоянным. Зажимы установочных изделий, выпускаемых в настоящее время, приспособлены для присоединения алюминиевых проводов.

Прогрессивным способом соединения жил проводов является опрессовка. Она позволяет получить надежный электрический контакт, обладающий в то же время и достаточной механической прочностью. Место соединения проводов при опрессовке заключают в металлическую гильзу и сжимают с помощью пресс-клещей. В зависимости от сечения жил применяют механические или ручные пресс-клещи (например, ПК-ЗУ1, предназначенные для ручной опрессовки).

Широко применяют также монтажные гидравлические клещи ГKM с набором сменных матриц (рис. 25.7.а, в). Деформация гильзы и жил проводов между матрицей и пуансоном показана на рис. 25.7.б.

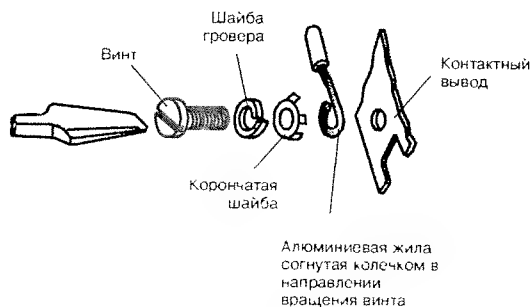


Рис. 25.6. Устройство винтового зажима

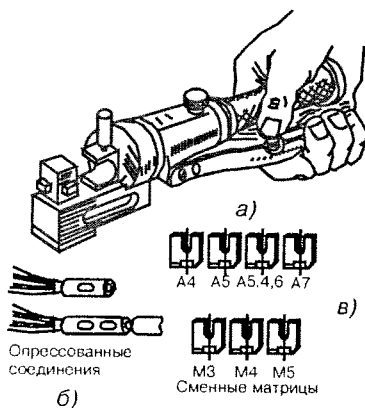


Рис. 25.7. Применение пресс-клещей ГKM

Соединение и оконцевание проводов опрессовкой

1. Снимите изоляцию с концов проводов.
2. Зачистите оголенные участки жил наждачной бумагой под слоем вазелина или кварцевазелиновой пасты.
3. Протрите зачищенные жилы и смажьте их сразу же кварцевазелиновой пастой.
4. Зачистите внутреннюю поверхность гильзы и смажьте ее кварцевазелиновой пастой.
5. Вставьте подготовленные жилы в гильзу.
6. Спрессуйте гильзу (одностороннюю гильзу опрессовывают одним вдавливанием, двустороннюю — двумя).
7. Изолируйте место опрессовки (полиэтиленовым колпачком или липкой изоляционной лентой).
8. Подготовьте провод для оконцевания и выберите для него наконечник. Наденьте после зачистки наконечник на жилу и спрессуйте их.

Соединение проводов в ответвительной коробке, содержащей болтовой зажим

1. На концах провода вырежьте разделительное основание, длиной 100 мм.
2. Введите провода в коробку либо через специальные отверстия (в металлических коробках), либо через отверстия, получаемые удалением подпрессовок (в пластмассовых коробках). При вводе в коробку оставьте запас проводов не менее 50 мм.
3. Измерьте диаметр контактного винта. Определите длину жилы, необходимую для получения кольца.
- Снимите ножом изоляцию с конца подсоединяемой жилы, на найденном расстоянии плюс 2...4 мм.
4. Зачистите оголенную часть жилы до металлического блеска наждачной бумагой, покройте ее сразу же после зачистки слоем чистой кварцевазелиновой пасты, равномерно распределив ее по всей зачищенной части жилы.
5. В ответвительных коробках, имеющих зажимы с контактными винтами, изогните с помощью клещей КУ-1 или круглогубцев подготовленный конец жилы для подсоединения под контактный винт.

Плотно прижмите подготовленное кольцо к пластине винтом через ограничивающую «звездочку» или скобу и пружинящую шайбу с помощью отвертки (см. рис. 25.6). Если одним винтом присоединяете два провода, то между ними проложите шайбу. Загнутые края скобы или «звездочек», надеваемые на кольца, не должны давать им разойтись в стороны.

6. В коробках для безвинтового соединения проводов введите подготовленный конец жилы под скобу, на которую давит пружина.

7. В коробках, в которых зажимы расположены на выемной шайбе, уложите смонтированную шайбу на дно и закройте крышкой.

Соединение проводов в ответвительной коробке, не содержащей зажимов

1. Удалите подпрессовки в пластмассовых стенках ответвительной коробки и введите в нее провод. Запас проводов при вводе в коробку оставьте не менее 50 мм.

2. Снимите изоляцию клещами или монтерским ножом на расстоянии 25...30 мм (рис. 25.8).

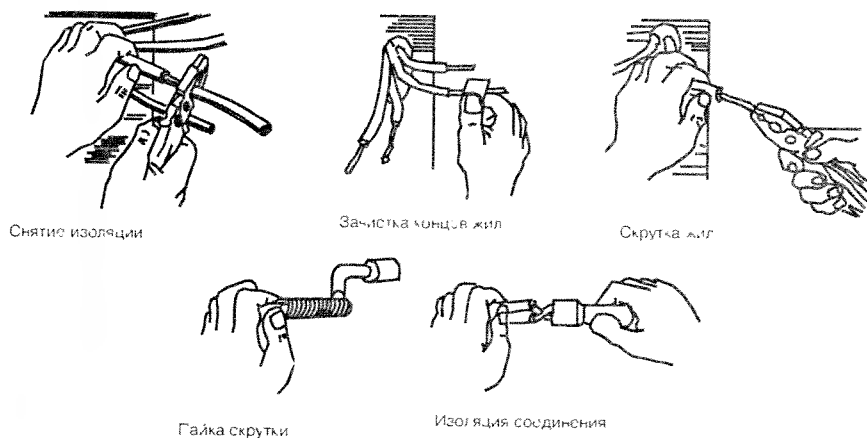


Рис. 25.8. Соединение и ответвление медных жил в коробках

3. Зачистите концы жил стеклянной шкуркой.

4. Скрутите плотно жилы плоскогубцами или пассатижами.

5. Покройте скрутку проводов раствором канифоли и пропаяйте с помощью паяльника.

6. Изолируйте пайку двумя-тремя слоями липкой изоляционной ленты.

7. Покройте соединения влагостойким лаком (изолировать пайку можно также с помощью специального пластмассового колпачка).

8. Уложите изолированные концы в коробку и закройте крышкой.

Соединение медных однопроволочных жил скруткой с последующей пайкой

1. Снимите изоляцию с концов жил.
2. Зачистите концы жил наждачной бумагой.
3. Изогните концы их под углом 90° и заведите один за другой.
4. Навейте по 5...7 витков одной жилы на другую с помощью двух пассатижей (см. рис. 25.9).

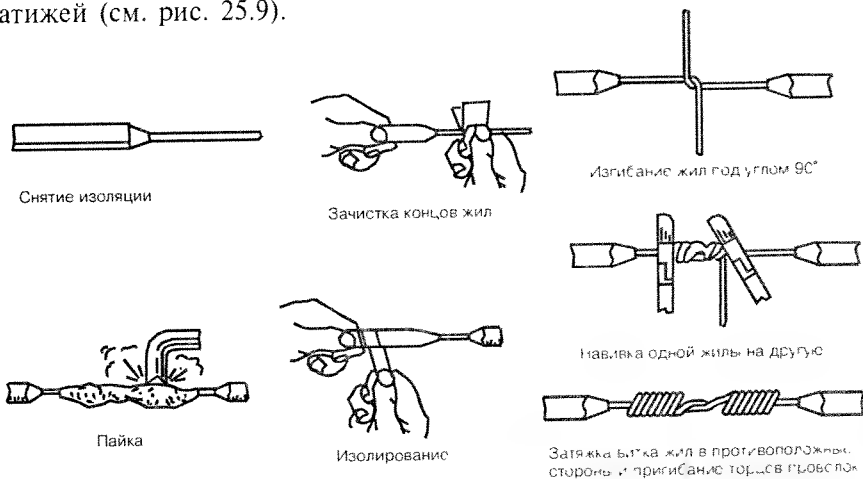


Рис. 25.9. Соединение медных однопроволочных жил скруткой с последующей пайкой

5. Уплотните соединение с помощью двух пассатижей, концы проволок плотно пригните.

6. Покройте скрутку раствором канифоли и пропаяйте.

7. Наложите изоляцию из липкой изоляционной ленты. Соединение должно обладать необходимой механической прочностью, не иметь острых наплывов припоя и повреждений изоляции от перегрева. Витки липкой изоляционной ленты должны перекрывать друг друга и захватывать часть изоляции провода.

Ответвление от провода с медной однопроволочной жилой

1. Снимите изоляцию на том участке, где будет выполняться ответвление, а также с конца проводника, который будет ответвляться, зачистите жилу наждачной бумагой до металлического блеска (рис. 25.10).

2. Навейте 10...15 витков жилы ответвления вокруг основной жилы, уплотните ответвление, плотно пригните конец проволоки.

3. Покройте скрутку раствором канифоли и пропаяйте.

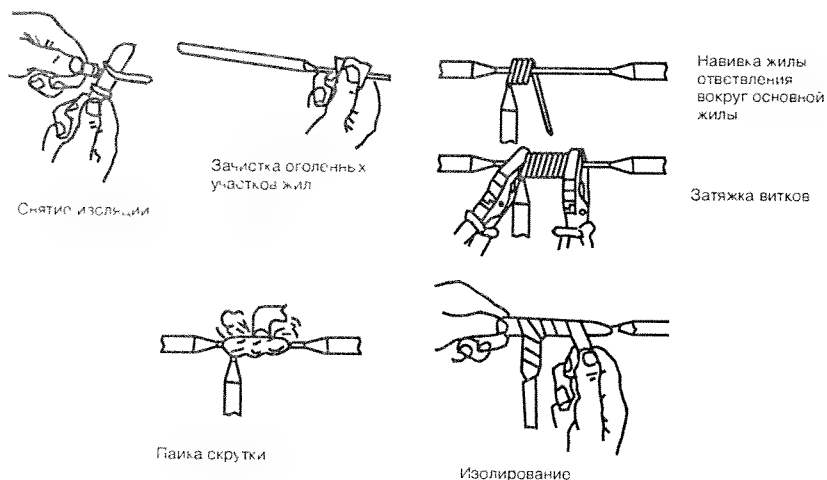


Рис. 25.10. Отводление от провода с медной однопроволочной жилой

Отводление от провода с многопроволочной жилой

Последовательность операций в основном та же, но жилы на конце отводящего провода после зачистки их до металлического блеска надо разделить на два одинаковых пучка и навить в двух противоположных направлениях (рис. 25.11).

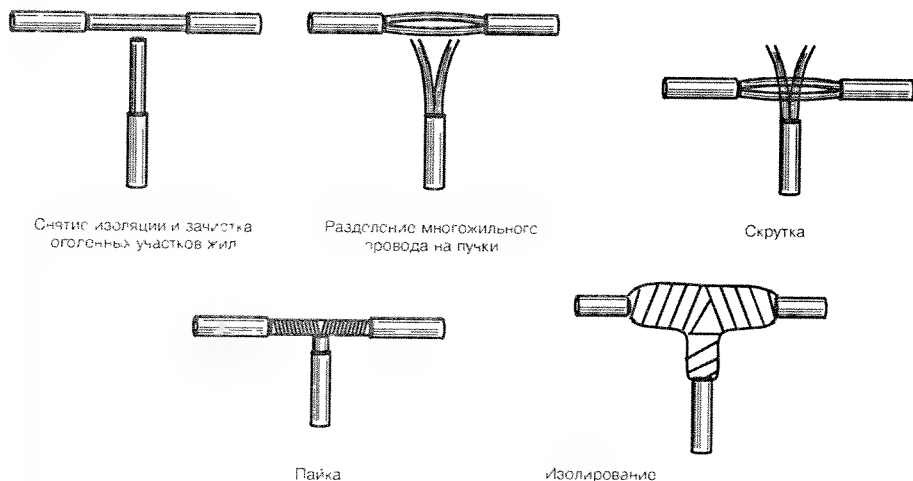


Рис. 25.11. Отводление от провода с многопроволочной жилой

Монтаж осветительной электросети

Элементы электросети

Значительная доля электромонтажных работ связана с электроустановочными изделиями:

- с установкой и зарядкой ламповых патронов, выключателей, переключателей, штепсельных розеток, вилок, предохранителей и т. п.;
- с установкой осветительных щитков светильников, аппаратов управления, приборов учета расхода электроэнергии.

Для включения и выключения лампы в осветительных сетях применяют установочные выключатели, переключатели. По принципу действия и форме рукояток управления выключатели бывают:

- поворотные;
- рычажные;
- проходные (монтируемые на проводах к настольным лампам и к другим передвижным приборам).
- клавишные;
- одно- и двухкнопочные;

Выключатели изготовляют как для открытой, так и для скрытой проводки, устанавливают открыто на стене или скрыто («утопленно») в нише. В некоторых крупнопанельных зданиях применяют подпотолочные выключатели с управлением шнуровой тягой.

Для защиты и управления освещением с осветительных щитков в промышленных и общественных зданиях, а также в жилых домах используют установочные **автоматы** и **пакетные выключатели**.

Переносные осветительные, нагревательные и другие электрические приборы присоединяют к электросети через **штепсельные соединения**, состоящие из неподвижно установленной штепсельной розетки и вилки. В штепсельных соединениях всегда есть оголенные токоведущие части — штифты вилок. В связи с этим во многих конструкциях штепсельных соединений предусмотрены специальные меры безопасности.

В осветительных сетях находят применение штепсельные соединения с цилиндрическими и плоскими контактами.

Для подсоединения переносных электроприемников с заземляемыми корпусами устанавливают штепсельные розетки и вилки, снабженные заземляющим защитным контактом для присоединения заземляющего проводника.

Оформление концов жил для присоединения проводов к установочным изделиям

1. Отмерьте на конце провода часть его, необходимую для получения кольца под заданный диаметр винтового зажима плюс расстояние для обра-

зования 2-3 витков вокруг жилы. Снимите изоляцию на отмеренном участке с помощью монтерского ножа. Следите за тем, чтобы не надрезать проводочки токоведущих жил.

2. Зачистите проводочки жилы наждачной бумагой до металлического блеска. Восстановите повив проволоки жилы, оставив ослабленным только участок для навива на жилу после изгибания кольца.

3. Изогните конец жилы в кольцо круглозубцами и сделайте 2-3 витка вокруг жилы, уплотнив их, навив с помощью плоскогубцев.

4. Покройте кольцо канифолью (лучше использовать раствор канифоли в спирте) и пропаяйте (облудите) кольцо.

5. Изолируйте окончевание изоляционной лентой. Каждый последующий виток ленты должен перекрывать предыдущий не менее чем на половину ширины ленты. Ленту слегка натяните и прижмите к жиле.

6. Выполните окончевание тычком (для арматуры, контакты которой имеют вид трубок с боковым винтом): снимите с конца провода изоляцию, ослабьте повив проволоки жилы, пропаяйте, изолируйте окончевание изоляционной лентой так, чтобы остался конец жилы (тычок) длиной около 20 мм. Тычок вставьте в трубчатый контакт, закрепите его боковым винтом и лишнюю часть провода, выступающую из трубки, удалите кусачками.

Полезные советы по эксплуатации электросети

- Выполняя какие-нибудь электротехнические работы, соблюдайте правила техники безопасности.
- Для исправления контактов в винтовых соединениях необходимо плотно затянуть винты и гайки. Если нет шайб, нужно их подложить. Если контакт плох потому, что провод окислен, грязен или с него недостаточно тщательно удалена изоляция, нужно провод зачистить.
- Если нагреваются контакты и участки проводов, расположенные вблизи контактов, значит соединение неплотное и его нужно подтянуть.
- Если поврежден какой-нибудь один прибор, а остальные исправны, значит искать повреждение нужно именно в нем. Если исправная лампа не горит, плитка, утюг, чайник и т.п. не нагреваются, пылесос не работает, то дело в нарушении контакта: лампа не доходит до контактов патрона, перегорела спираль, штырек вилки не касается гнезда, обломан провод.
- Если появился запах горелой резины, немедленно ищите плохой контакт, а найдя его — исправьте. Плохой контакт — источник пожара.
- Имейте в виду, что обычно повреждаются либо контакты, либо изоляция.
- Нарушение изоляции приводит к коротким замыканиям и перегоранию предохранителей.

- Не выдергивайте штепсельную вилку за провод. Распрямляйте перекрученные провода и шнуры.
- Не красьте и не белите арматуру, шнуры и провода, проложенные на роликах.
- Не оставляйте в эксплуатации разбитые основания и крышки штепсельных розеток, разбитые ролики, оголенные провода; патроны с металлическими корпусами надо заменить.
- Ни при каких обстоятельствах проводки различного назначения не должны соприкасаться. Ведь в квартире есть проводки: телефонная, радиотрансляционная, ввод от антенны. Они требуют бережного обращения.
- Никогда не забивайте гвозди и не сверлите стены в квартирах со скрытой электропроводкой, не определив, в каких местах могут быть проложены провода. Борозды с проводкой идут по кратчайшим расстояниям от коробок к местам установки выключателей и штепсельных розеток. Они могут идти между коробками, между штепсельными розетками, установленными в один ряд.
- Ничего не подвешивайте к проводам.
- Плохие контакты у выключателей, как правило, связаны с поломкой. Отламываются пружинящие контактные пластины или они теряют упругость. Чинить их бессмысленно, надо просто заменить выключатель.
- Позаботьтесь о запасных пробках, причем если в квартире пробки на 10 А, то в стояке должны быть пробки на 16 А.
- Помните, что прибор работает, но «бьет», когда оголенный проводник где-нибудь касается корпуса или если неправильно изолирован вывод из прибора.
- Постарайтесь выяснить для своей квартиры: каково номинальное напряжение в квартире; от каких предохранителей (автоматических выключателей) питается квартира; как распределены по группам комнаты и общая площадь и от каких предохранителей на щитке в квартире питается каждая группа. Очень полезно сделать на щитке надписи или же начертить схему питания и повесить ее у щитка.
- Разрыв провода, как правило, встречается в местах частых перегибов. Чтобы провода не перегибались, у переносных приборов нередко можно встретить шланговые провода в прочной оболочке либо пружину, предохраняющую провод от перегибания.
- Следует знать, какова пропускная способность проводов и счетчика, чтобы никогда не перегружать провода и счетчик.
- Считать неисправным прибор можно лишь в том случае, если другие, заведомо исправные приборы, работают от той же штепсельной розетки, так как может случиться, что не прибор плох, а розетка неисправна. Если при включении прибора сыплются искры, сильно тускнеет и даже гаснет свет, перегорают пробки, ищите в приборе нарушенную изоляцию между выводами или закороченные витки.

Что делать, если погас свет и обесточилась квартира?

Прежде всего, нужно выяснить, при каких обстоятельствах это произошло. Если, например, свет погас в момент включения электроприбора, значит, причина, по всей вероятности, в нем. Прибор нужно немедленно отключить и без проверки больше не включать. Если это произошло при включении люстры, то чаще всего при этом перегорела лампа, а от броска тока выбило пробку.

Если причина выбивания пробок осталась пока не известной, следует вынуть вилки из всех розеток, а выключатели повернуть в другое положение. Этими действиями нужно отсоединить участок с поврежденной изоляцией.

Помня о наличии зон защиты, разберитесь, какие же пробки перегорели (какие автоматические выключатели отключились). При этом нужно руководствоваться следующими соображениями.

1. Если в квартире несколько групп, но погасли не все лампы, а только лампы, относящиеся к одной группе, значит, трогать пробки на лестнице не нужно — они наверняка целы.

2. Если в квартире несколько групп и все погасли, с пробками в квартире делать нечего, а искать нужно на лестнице или же в начале стояка. А также разобраться, где именно? Для этого нужно знать, исправен ли свет в других квартирах, питающихся от этой же фазы стояка. Если исправен, ищите на своей площадке. Если погас свет в нескольких квартирах, дело в предохранителях в начале стояка.



Внимание! На лестничных клетках ни в коем случае нельзя проверять предохранители контрольной лампой, потому что легко попасть на «чужую» фазу, а напряжение между фазами 380 В (в сети 380/220 В), т.е. значительно выше, чем между фазой и нейтралью (нулем) 220 В, вводимых в квартиры.



Никогда не вставляйте в предохранители, даже на мгновение, отвертки, гвозди или другие металлические предметы. Если в сети имеется короткое замыкание, то в лучшем случае от таких испытаний перегорят следующие предохранители и вместо одной группы (квартиры) погаснет свет во всех группах (квартирах). Но может закончиться и хуже — ослепительный свет электрической дуги обожжет глаза.



Перед сменой предохранителей в бытовом электроприборе, радиоприемнике, телевизоре необходимо выключить штепсельную вилку. Под напряжением заменять предохранители запрещается.

Устранение неисправностей скрытой проводки

Замечу сразу, что в поиске скрытой проводки не следует полностью полагаться на пунктуальность и добросовестность строителей. Однако существуют определенные правила прокладки скрытой проводки, знание которых упрощает ее поиск и диагностику. Эти правила регламентируются «Инструк-

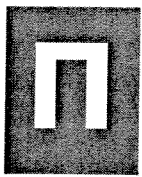
цией по монтажу электрооборудования и электросетей жилых и общественных зданий», разработанной ОАО НИИ «ПРОЕКТЭЛЕКТРОМОНТАЖ», и являются обязательными для всех проектных и строительных организаций. Согласно принятым нормам, электропроводка в стене, как правило, должна быть заключена в пластмассовые трубы и коробки.

При этом провода в стеновые панели (если дом панельный) закладываются параллельно архитектурно-строительным линиям помещения (вертикально и горизонтально), в панели перекрытий — по кратчайшим расстояниям между начальными и конечными точками. На наличие канала в строительных конструкциях указывают соединительные и ответвительные коробки, а в многопустотных панелях перекрытий — специальные пластмассовые крышки для закрывания отверстий.

Если вы обнаружили канал в стене из монолитного железобетона, имейте в виду, что в нем может находиться до 12 проводов групповых сетей квартир жилых домов.

Допускается прокладка скрытой проводки без труб, специальными проводами (например, АППВ) в бороздах стен, под штукатуркой. Провода в этом случае также должны проходить параллельно архитектурно-строительным линиям. При этом расстояние между горизонтально проложенными проводами и плитами перекрытия не должно превышать 200 мм. Это как раз тот самый тип проводки, в который легче всего угодить гвоздем, сверлом дрели (что очень опасно), или нарушить ее в процессе перепланировки квартиры.

Электропроводку в гипсокартонных перегородках выполняют в стальных или поливинилхлоридных трубах, а также кабелями и проводами, имеющими оболочки из трудногорючих материалов. На наличие проводки внутри полых перегородок указывают стальные и пластмассовые коробки специальной конструкции, в которых осуществляется монтаж узлов ответвлений, а также устанавливаются штепсельные розетки и выключатели.

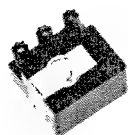


ГЛАВА 26

Приборы для обнаружения и диагностики скрытой проводки

Существуют ли устройства и приборы, с помощью которых производится поиск скрытой проводки и ее диагностика? Конечно, существуют, и отечественные, и импортные. Рассмотрим некоторые из них. С помощью отечественного **фазоуказателя ЭИ-5001** контактным путем можно определить фазный провод, а с помощью **переносного указателя УНП-1-750** выяснить, находится ли провод под напряжением.

Фазоуказатель ЭИ-5001



Предназначен для определения порядка чередования фаз в трехфазных цепях переменного тока в диапазоне частот от 40 до 1000 Гц.

Область напряжений от 50 до 600 В.

Продолжительность включения не более 3 с с интервалами между включениями не менее 30 с.

Габаритные размеры: 65×65×45 мм.

Масса: 0,19 кг.

Указатель напряжения переносной УНП-1-750



Предназначен для проверки наличия (или отсутствия) напряжения между неизолированными токоведущими частями, а также между ними и заземленными частями в цепях переменного и постоянного тока с номинальным напряжением от 75 до 750 В.

Технические характеристики:

Диапазон переменного напряжения..... 75...750 В, 50 Гц;

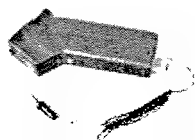
Диапазон постоянного напряжения..... 90...750 В;

Режим работы..... повторно-кратковременный;

Длительность рабочего цикла..... не более 10 с;

Диапазон рабочих температур..... от -45 °С до +45 °С.

Универсальный пробник ПУ-82



Прибор контактным путем поможет определить наличие обрыва в сети и находится ли она под напряжением.

Указатель высокого напряжения переносной УВНП-1-10000

Предназначен для проверки наличия напряжения в высоковольтных установках переменного тока промышленной частоты с напряжением от 2 до 10 кВ. Вместе с дополнительным сопротивлением указатель может применяться для фазировки воздушных линий, кабелей и трансформаторов. Принцип действия указателя основан на свечении индикатора при протекании емкостного тока.

Технические характеристики:

Диапазон переменного напряжения 2...10 кВ;
 Режим работы повторно-кратковременный;
 Длительность рабочего цикла не более 10 с;
 Диапазон рабочих температур от -45°C до +45°C.

Пробник (отвертка-индикатор) MS-18



Предназначен для профессионального использования в электрике и электронике, а также он необходим и в быту. Прибор изготовлен с использованием космических технологий из высокопрочного, надежного и безопасного пластика. Прибор должен использоваться при температуре от -10°C до +50°C и частоте от 50 до 500 Гц.

Технические характеристики:

Определение переменного напряжения контактным способом 70...250 В;
 Определение переменного напряжения бесконтактным способом 70...600 В;
 Определение постоянного напряжения до 250 В;
 Определение полярности 1,5...36 В;
 Проверка целостности цепи 0...5 МОм;
 Определение микроволнового излучения от 5 мВт/см².

Пробник MS-48M



Предназначен для проверки наличия переменного напряжения, определения провода/гнезда с фазой и точки обрыва в проводах с переменным напряжением, точек с высоким напряжением и скрытой проводки. Проверка осуществляется контактным и бесконтактным методом. Применен в домашних условиях.

Технические характеристики:

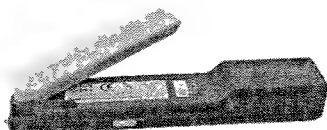
Определение переменного напряжения контактным способом 70...250 В;
 Определение переменного напряжения бесконтактным способом 70...10000 В;
 Определение постоянного напряжения до 250 В;
 Определение полярности 1,2...36 В;
 Проверка целостности цепи:
 «О» от 0 до 5 МОм, «Л» от 0 до 50 МОм, «Н» от 0 до 100 МОм;
 Определение микроволнового излучения от 5 мВт/см².

Пробник MS-58M



Предназначен для обнаружения металлических предметов, скрытой проводки и электромагнитного излучения. Обнаруживает следующие металлы: сталь, медь, железо, алюминий, золото и т.д. Позволяет обнаружить в стене шурупы, винты, гвозди, металлическую арматуру, трубы и т.д. Не может обнаружить металлические предметы в стенах, покрытых снаружи экранированными материалами (фольга и т.д.). Не обнаруживает пластиковые трубы водоснабжения. Может обнаружить кабели в металлической или полихлорвиниловой обмотке. Глубина, на которой прибор обнаруживает металлический объект, зависит от типа материала, от его размеров и его массы.

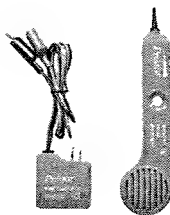
Металлоискатель MS-158M



Предназначен для обнаружения металлических предметов (глубина до 5 см), скрытой проводки (от 70 до 600 В) и электромагнитного излучения, а также для определения полярности батарей (аккумуляторов) от 6 до 36 В (от 2 В — для MS-58ASM) и проверки целостности цепи (от 0 до 50 МОм). MS-58ASM питается от батарей типа А76, АG13, LR44

MS-158M питается от батарей типа «Крона», NEDA 1604/1604A и имеет функцию подсветки.

Бесконтактный индукционный прибор для прозвонки линий HL-TG



Прибор служит для поиска нужной пары в пучке кабеля или поиска скрытой проводки. Принцип действия следующий. Генератор импульсов подсоединяется к одному из концов искомого провода. При приближении приемника к другому концу кабеля или к месту прохождения кабеля в стене, он издает звуковой сигнал.

Бесконтактный индукционный прибор для прозвонки Progressive Inc. 701K



Прибор служит для поиска нужной пары в пучке кабеля или поиска скрытой проводки. Его принцип действия аналогичен ранее рассмотренному прибору.

Сигнализатор скрытой проводки Е121 (ДЯТЕЛ)



Назначение:

- проверка правильности фазировки (подключения) бытовых электросчетчиков без снятия пломбы и защитной крышки;
- обнаружение скрытой проводки;
- обнаружение фазного провода на изолированных и неизолированных токоведущих частях электрических сетей переменного тока без непосредственной связи с этими частями;
- проверка исправности предохранителей, плавких вставок, определения обрывов в проводах, находящихся под напряжением;
- индикация с поверхности земли наличия напряжения на ВЛ 10 кВ и выше;
- индикация с поверхности земли наличия напряжения контактной сети троллейбусов и трамваев;
- обнаружение электромагнитных полей ПК, телевизоров и др. бытовой техники;
- обнаружение утечек СВЧ-печей.

Основная область применения — при обслуживании электросчетчиков, электроустановок и электрических сетей. Принцип действия сигнализатора основан на использовании электростатической индукции в переменном электрическом поле, возникающем вокруг токоведущего проводника.

Сигнализатор обеспечивает проверку наличия напряжения в цепях переменного тока номинальным напряжением 380 В промышленной частоты без электрического контакта с проводником. Сигнализатор имеет четыре диапазона чувствительности к электрическому полю, создаваемому проводником: «1» — $0...10 \pm 5$ мм, «2» — $0...100 \pm 50$ мм, «3» — $0...300 \pm 150$ мм, «4» — $0...700 \pm 350$ мм. Сигнализатор имеет режим самоконтроля. Габаритные размеры — $210 \times 80 \times 45$ мм. Масса прибора — 250 г.

Прибор обнаружения скрытой электрической проводки ПОСП-1

Предназначен для поиска скрытой электрической проводки различных строительных конструкций, предупреждения о наличии переменного электрического поля в коммутационных устройствах различного вида (шкафа, электрощитки и т.д.).

Прибор состоит из самого индикатора, размещенного в современном корпусе с поворачивающейся антенной с устройством световой и звуковой индикации. Для подзарядки аккумуляторов в комплект входит зарядное устройство. Футляр предназначен для переноса и транспортировки прибора.

Технические характеристики:

Максимальная глубина регистрации проводки 220 В 50 Гц в зависимости от штукатурки — не менее 50 мм;

Максимальное расстояние регистрации проводов в воздухе при напряжении 220 В — не менее 300 мм;

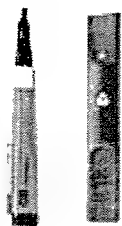
Температурный режим работы — от 0 до $+35^{\circ}\text{C}$;

Источник питания — аккумуляторы (3 шт.);

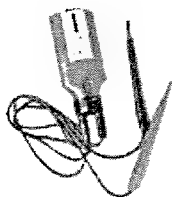
Масса прибора — 150 г.

Диагностические зарубежные приборы

Тестер напряжения **GVT-92** помогает различать нулевой и фазный проводники при любом напряжении, индикатор **GVD-503**, помимо дифференциации проводников, еще и уточняет, находятся ли они под напряжением, индикатор напряжения **GVD-504A** наряду с этими функциями обладает «умением» определять местонахождение скрытой проводки, находящейся под напряжением от 50 до 600 В переменного тока.



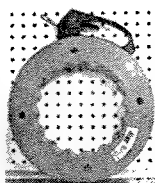
GVD-503



GVT-92

Но наиболее совершенной следует признать модель **VP-440** (журнал «Идеи Вашего дома» №4(6), апрель 1998), с помощью которой бесконтактным путем можно обнаружить разрывы в проводах и кабелях, определить трассу скрытой проводки, выявить сгоревшие предохранители внутри щитов, различить фазный и нейтральный проводники в одно- и трехфазных источниках питания, найти кабели под напряжением в соединительных коробках, отыскать испорченный выключатель и испорченные лампы при последовательном включении, проверить работу автоматических выключателей. При переменном напряжении в сети 220 В лампочка индикатора светится на расстоянии 4 мм от проводника.

Устройства для протягивания проводов и кабелей



FTS-100

Как же заменить провод, когда дефект найден и установлено на трассе проводки? Если только провод не закреплен под штукатуркой на крепежах, а проложен в трубах или каналах, его несложно заменить с помощью устройства для протягивания проводов и кабелей через трубы и полости в панелях.

В основу его работы заложен принцип пружины. Гибкая, длиной до 30 м, пружинная проволока сама, подобно ленте рулетки, выталкивается из кассеты в канал, через который будет затянута провод. Как только конец проволоки со специальным наконечником появляется в разветвительной или соединительной коробке, за него цепляется провод, и проволока сматывается обратно в кассету. Американская фирма **GARDNER BENDER** предлагает устройство сразу в трех модификациях — **FTS-100B**, **FTX-100**, **FTFK-100**, отличающихся друг от друга, главным образом, наличием или отсутствием лампочки подсветки на конце проталкиваемой в канал проволоки (что особенно удобно, когда важно знать, в какое из ответвлений эта проволока попала). Заменить провод в канале можно и «старым дедовским способом», то есть с помощью старого испорченного провода зацепить конец нового и протаскать его в канал. Если, конечно, старый провод не перебит или не перегорел. Если в канал заводится толстый кабель большой длины, для его протаскивания существует машина с электрическим приводом.



Металлоискатели для обнаружения подземных кабелей

Основные функции и особенности кабелеискателей

Перед началом проведения земляных работ, а также при возникшей неисправности подземного кабеля возникает необходимость использования металлоискателя. Промышленность выпускает несколько специальных металлоискателей. Все они позволяют обученному оператору производить:

- трассировку подземного кабеля;
- определение глубины залегания кабеля;
- определение места пересечения трубопровода с обесточенным кабелем и кабелем, находящимся под напряжением;
- обнаружение обрыва силовых кабелей и линий катодной защиты;
- поиск скрытой проводки.



*Типовой комплект
кабелеискателя*

Особенности функционирования современных кабелеискателей:

- высокая точность обнаружения (30...50 см при глубине до 5 м);
- трассировка без непосредственного подключения к объекту с использованием индуктивной антенны;
- трассировка дальностью до 5 км (использование генератора мощностью 100 или 200 Вт);
- компактность и простота эксплуатации позволяют работать с прибором одному оператору, заменив лабораторию на базе автомобиля;
- стабильная работа и высокая чувствительность позволяет избежать ошибок и сократить временные и материальные затраты на ликвидацию аварии.

Современные отечественные кабелеискатели

Кабелеискатель «Альтернатива КБИ-211»

Предназначен для определения местоположения и глубины залегания скрытых коммуникаций на глубине до 5 м, обследования участков местности перед проведением земляных работ, проведения работ по поиску скрытой проводки.

Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха $-20...+45^{\circ}\text{C}$, относительная влажность — до 90%, атмосферное давление 86...106 кПа.

Состав комплекта: электромагнитный датчик (приемник электромагнитного поля) ЭМД-226 и приемник АП-004, предназначенный для усиления принимаемого сигнала.

Технические характеристики приемника АП-004

Режимы работы:	
Режим 1	«Широкая полоса»
Режим 2 *	1024 Гц
Режим 3 *	8928 Гц
Общий коэффициент усиления прибора, дБ, не менее	30
Полоса пропускания по уровню 3 дБ, не более, Гц:	
Режим 1 (ШП)	50...1200
Режим 2 (1024 Гц)*	± 18
Режим 3 (8928 Гц)*	± 150
Точность установки центральной частоты среза:	
Режим 2*	1024 ± 5 Гц
Режим 3*	8928 ± 30 Гц
Индикация принимаемого сигнала	звуковая на головные телефоны
Мощность, подводимая к головным телефонам, не менее, мВт	50
Напряжение питания, В	9
Индикация разряда батареи	звуковая на встроенный пьезоэлемент
Тип источника питания	NiCd-аккумуляторная батарея типа 6F22
Габаритные размеры приемника, мм	186×60×25
Вес приемника, кг	0,3

Технические характеристики электромагнитного датчика ЭМД-226

Тип преобразователя	Резонансная ферритовая магнитная антенна
Частота резонанса, Гц:	
В режиме 2*	1024 ± 35
В режиме 3*	8928 ± 60
Тип питания	Внешний источник питания, кабелем, соединяемым с ЭМД
Коммутация резонанса	Принудительная, подаваемая с приемника при выборе соответствующего режима

* — режимы используются при работе с генератором, который можно заказать дополнительно в фирме-изготовителе.

Принцип работы следующий. Электромагнитный датчик, подсоединенный к приемнику, преобразует электромагнитный сигнал в электрический. Электрический сигнал усиливается предварительным усилителем и поступает в приемник, где происходит его основное усиление. Усиленный сигнал подается на головные телефоны. Оператор по уровню сигнала в головных телефонах определяет местоположение кабельной трассы.

Кабелеискатель «Успех КБИ-206»



Предназначен для определения местоположения и глубины залегания скрытых коммуникаций (силовые и сигнальные кабели, трубопроводы) на глубине до 5 м, обследования участков местности перед проведением земляных работ, проведения работ по поиску скрытой проводки.

Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха $-20...+45^{\circ}\text{C}$, относительная влажность до 90%, атмосферное давление 86...106 кПа.

Состав комплекта: электромагнитный датчик ЭМД-227 и приемник АП-005.

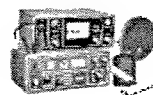
Технические характеристики приемника АП-005

Режимы работы:	
Режим 1	50 Гц
Режим 2	100 Гц
Режим 3	1024 Гц
Режим 4	8928 Гц
Режим 5	ШП (широкая полоса)
Режим 6	ФНЧ (фильтр низких частот)
Режим 7	ПФ (полосовой фильтр)
Режим 8	КП (контроль питания)
Полоса пропускания, не более, Гц	
Режим 1 (50 Гц)	$\pm 0,5$
Режим 2 (100 Гц)	± 1
Режим 3 (1024 Гц)	± 10
Режим 4 (8928 Гц)	± 30
Режим 5 (ШП)	140 ... 2400
Режим 6 (ФНЧ)	В 10-ти диапазонах фильтра низких частот с плавающей частотой среза 4-го порядка
Режим 7 (ПФ)	В 10-ти диапазонах полосового фильтра с плавающей центральной частотой 4-го порядка
Точность установки частоты, Гц	
Режим 1	$50 \pm 0,1$
Режим 2	$100 \pm 0,2$
Режим 3	1024 ± 2
Режим 4	8928 ± 10
Общий коэффициент усиления по звуковому тракту, не менее, дБ	30
Напряжение питания, В	9
Выходное напряжение для электромагнитного датчика, В	9 ± 3
Выходное напряжение питания для акустического датчика, В	9 ± 3
Выходная мощность на разъемах для головных телефонов, мВт	100
Потребляемая мощность, не более, Вт	0,9
Габаритные размеры прибора, мм	250×90×150
Масса, не более, кг	1,5

Технические характеристики электромагнитного датчика ЭМД-227

Тип преобразователя Частота резонанса, Гц: режим 1 режим 2	Резонансная ферритовая магнитная антенна 8928 Гц ± 60 Гц 1024 Гц ± 35 Гц
Коэффициент усиления электрического тракта, не менее, дБ	30
Тип питания	Внешний источник питания, кабелем, соединяемым с приемником
Коммутация резонанса	Принудительная, подаваемая с приемника при выборе соответствующего режима

Течетрассопоисковый комплект «Успех АТГ-209»



Предназначен для определения местоположения и глубины залегания скрытых коммуникаций (силовые и сигнальные кабели, трубопроводы) на глубине до 5 м и удалении до 3 км от места подключения генератора, определения мест повреждения кабельных линий, обследования участков местности перед проведением земляных работ, проведения работ по поиску скрытой проводки, а также для обнаружения мест разгерметизации трубопроводов на глубине до 6 м.

Особенности: универсальный приемник для течепойска и трассировки, расширенный диапазон частот, в том числе для поиска линий катодной защиты газопроводов.

Дополнительная возможность трассировки с помощью подключения магнитной рамки к генератору, для «наводки» сигнала на все коммуникации при отсутствии возможности прямого подключения к трассе с подстанции или колодца. Особенно удобно и безопасно для проведения локального обследования территории перед земельными работами. Можно быстро и без повреждений оценить локальный участок со всеми проходящими коммуникациями, газопроводами, трубопроводами, линиями связи, силовыми кабелями. Удобно при ремонте теплосетей, для строительных работ, для составления схем силовых коммуникаций протяженной длины.

Есть модификации с одновременным использованием двух датчиков (электромагнитного и акустического) для одновременной трассировки и поиска повреждений кабельных линий.

Существует модификация АТГ-209 с более мощными генераторами: переносным — АТЛЕТ-100 и стационарным — АТЛЕТ-500.

Состав комплекта: генератор АГ-102, приемник АП-005, электромагнитный датчик ЭМД-227, рамочная антенна ИЭМ-301 и акустический датчик АД-200.

Область применения: коммунальное хозяйство, связь, электро- и тепло-энергетика и другие отрасли.

Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха $-20...+45^{\circ}\text{C}$, относительная влажность до 90%, атмосферное давление 86...106 кПа.

Технические характеристики

Точность определения трассы, м	0,3
Точность определения места утечки в трубопроводе, м	0,3
Рабочий диапазон частот генератора, Гц	1024, 8926
Чувствительность акустического датчика, V/g	5
Рабочие частоты приемника, Гц	50, 100, 1024, 8924, ШП, ФНЧ, ПФ
Мощность излучения генератора, Вт	5(8)
Вид поиска трассы	Активный, пассивный

Трассоискатели СТАЛКЕР



Предназначен для определения местоположения и глубины залегания скрытых коммуникаций (силовые и сигнальные кабели, трубопроводы), определения мест повреждений кабельных линий, поиска пар проводов в сигнальных кабелях, работы по скрытой проводке, обследования участков местности перед проведением земляных работ.

Особенности:

- наличие трех рабочих частот и регулируемая выходная мощность позволяют наиболее эффективно выбрать режим работы трассоискателя, отстроиться от помех и найти повреждение;
- мини-датчик, подключаемый к приемнику, делает удобной работу при отборе жил в кабеле, при работе в каналах прокладки кабелей или внутри помещений;
- с помощью передающей рамки возможно бесконтактное (дистанционное) подключение к коммуникации;
- встроенный в ПС-01 громкоговоритель позволяет работать без головных телефонов;
- линейный светодиодный индикатор облегчает работу в условиях недостаточной освещенности;
- компактность трассоискателя (вес комплекта в кейсе 6 кг).

Состав комплекта СТАЛКЕР-ГС-01: приемник ПС-01, антенна, мини-датчик, комплект проводов, кейс.

Состав комплекта СТАЛКЕР-ГС-02: согласующее устройство, приемник ПС-01, антенна, мини-датчик, комплект проводов, кейс.

Передающая рамка поставляется отдельно. Возможна отдельная поставка приемника или генератора.

Технические характеристики приемника ПС-01

В режиме узкой полосы	
Рабочие частоты, Гц	526, 1024, 8928 ($\pm 1,0\%$)
Чувствительность прибора, мкВ	не хуже 30,0
Ширина полосы пропускания, Гц	10
Питание (элементы 343)	3 x 1,5 В
Масса, кг	1,0
В режиме широкой полосы	
Чувствительность прибора, мкВ	не хуже 30,0
Полоса пропускания, Гц	400...3000

Технические характеристики генераторов

ГС-01, ГС-02, ГС-02-8	ГС-01	ГС-02-8	ГС-02
Рабочие частоты, Гц	526, 1024, 8928	526, 1024, 8928	526, 1024, 8928
Выходная мощность, Вт, не менее	8	8	75
Коэффициент гармоник, %	15...20	15...20	15...20
Сопротивление нагрузки, Ом	1, 2, 100, 200	1...400	1...40
Питание	от сети перемен. тока 220 $\pm$ 22 В, 50 $\pm$ 1 Гц от аккумулятора 11...14,5 В		
Мощность потребления от сети, ВА, не более	60	20	150
Сила тока, потребляемая от аккумулятора, А, не более	4	2	10
Масса, кг	1,6	2,0	2,0

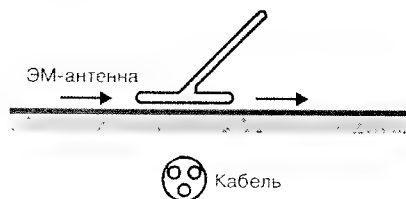
Методика поиска места повреждения силового кабеля

Типы повреждений и первоочередные мероприятия

При возникновении неисправности силового кабеля (обрыв, короткое замыкание, пробой изоляции), как правило, срабатывает защита, и кабель отключается от сети электроснабжения. Для выяснения причины неисправности необходимо провести анализ причины отключения и тип повреждения.

Типы повреждения:

- однофазное замыкание на «землю»;
- межфазное КЗ;
- двухфазное КЗ на «землю»;
- обрыв жилы кабеля.



Принцип поиска подземного кабеля

Рассмотрим последовательность поиска места повреждения с использованием описанных выше приборов. Для поиска места повреждения кабеля необходимо подготовить рабочее место: отключить и отсоединить кабель с двух сторон, а также проверить по схеме, что нет никаких транзитных ответвлений.

После выполнения организационно-технических мероприятий необходимо провести измерение сопротивления изоляции ($R_{из}$) между фазами и между фазами и «землей» и провести анализ состояния сопротивления изоляции кабеля. По состоянию сопротивления изоляции кабеля можно сделать вывод о типе повреждения.

Подсоединив рефлектометр (Р-5-10, Р-5-13 или другой) к жилам кабеля, просмотреть эпюры по фазам и определить предварительное расстояние до места повреждения.

Если повреждение однофазное КЗ или переходное сопротивление большое, то кабель необходимо «дожечь». Для этого используются установки прожига (дожига) кабеля типа: УП-7, АПК-14, МПУ-3 «Феникс» и т.д.

После предварительного определения места повреждения кабеля проводится **поиск точного места повреждения**. Для точной локализации места повреждения используются поисковые комплекты «Успех АТГ-209».

Поиск места повреждения индукционным методом

Подключить генератор к жилам кабеля по принятой схеме (в зависимости от типа повреждения). Согласовать нагрузку. При помощи электромагнитного датчика (ЭМД), приемного блока (ПБ) и головных телефонов (ГТ) произвести поиск места повреждения кабельной линии. В месте повреждения сигнал генератора резко возрастает, а затем затухает.

Поиск места повреждения акустическим методом

Включить генератор типа ГВИ-5000 (ГИ-20-2), подключенный к жилам кабеля, и при помощи акустического датчика (АД), ПБ и ГТ прослушать кабельную линию в предполагаемом месте повреждения. В точке повреждения кабеля будут прослушиваться характерные «щелчки» с заданной частотой.

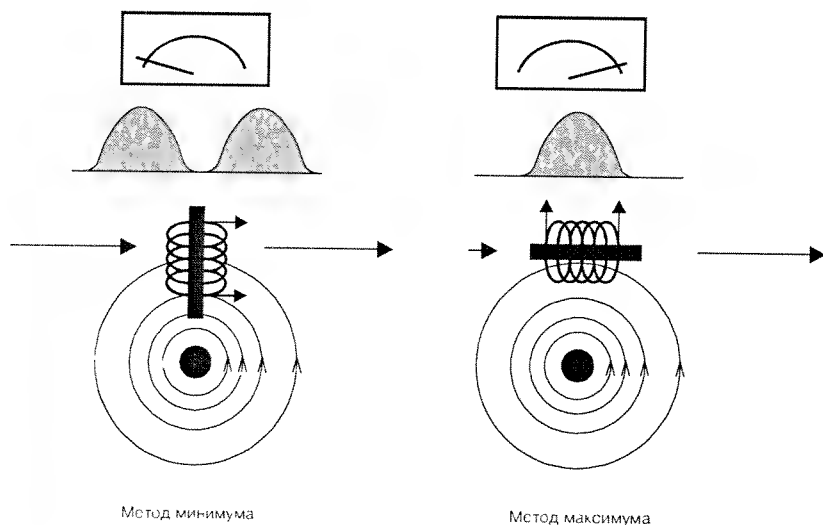
Зарубежные кабелеискатели

Индуктивный метод поиска подземных кабелей

В основе индуктивного метода поиска подземных коммуникаций лежит **принцип электромагнитной индукции**. При помощи задающего генератора, подключенного к отыскиваемой токопроводящей трассе, вокруг нее искусственно создается переменное электромагнитное поле определенной частоты. **Магнитная составляющая** этого поля будет индуцировать во внесенном в поле замкнутом контуре переменный ток той же частоты. Так как напряжен-

ность магнитного поля изменяется в плоскости, перпендикулярной к направлению токопроводящей коммуникации, то, перемещая в этой плоскости приемное устройство (антенну), наблюдатель по изменению индукционного тока может судить о местоположении коммуникации.

Определение положения трассы может проводиться двумя методами: **минимума/максимум** и **Supermax**, реализованных, например, в **трассоискателях Seba KMT FL10**, рассмотренных далее (подробнее см. www.agr.ru). Отличием методов минимума и максимума является ориентация антенны приемника относительно электромагнитного поля, т.е. ток, индуцирующийся в антенне, зависит от вертикальной или горизонтальной составляющей магнитного поля.



Физические основы методов поиска

При методе минимума индуцируется ток, наведенный только вертикальной составляющей, вектор которой направлен нормально к плоскости витков катушки индуктивности.

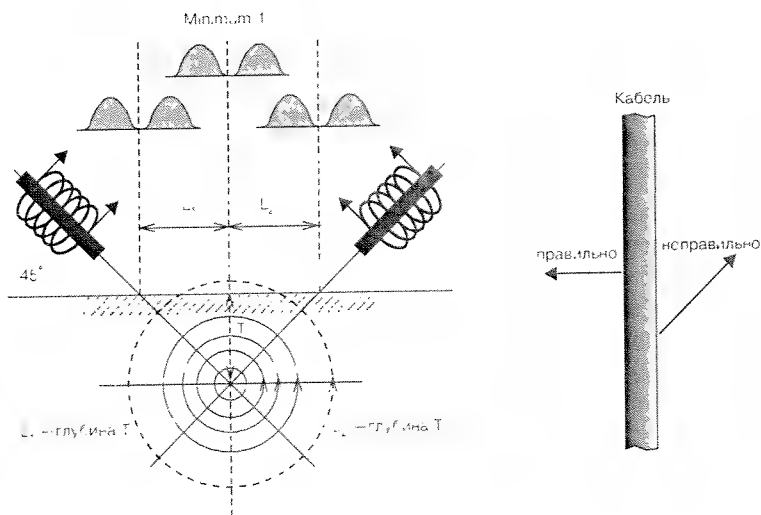
Вектор горизонтальной составляющей магнитного поля в этом случае параллелен плоскости витков и не проявляется в токе индукции. Повернув антенну на 90 градусов, получим максимум звучания: индукционный ток будет полностью зависеть от горизонтальной составляющей. В этом случае изменение горизонтальной составляющей магнитной напряженности над осью коммуникации происходит сравнительно плавно. Наоборот, вертикальная составляющая в этой области изменяется достаточно резко.

Для **грубого определения** предполагаемого пути прохождения трассы применяется метод максимума. Для этого горизонтально расположенная катушка один раз вращается вокруг оси. При этом при полном вращении на 360

градусов возникает последовательность максимум-минимум-максимум-минимум. Направление пути искомой трассы распознается по положению минимума катушки, т.е. если катушка находится в минимуме, то подлежащая определению трасса лежит параллельно к катушке. Если теперь поисковую катушку перемещать под углом 90 градусов к кабелю, то по методу максимума определяется путь кабеля. Дальнейшее точное определение производится по методу минимум.

Измерение глубины залегания кабеля

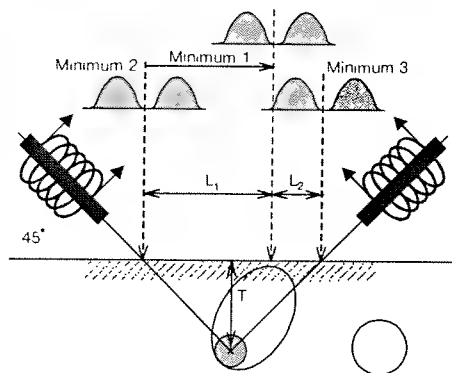
Точное прохождение кабельной линии определяется не только в плане, но и по глубине прохождения. Необходимо измерить глубину залегания кабеля, при которой определяется взаимосвязь между электрическим полем и поисковой катушкой (по материалам фирмы SEBA KMT и Знобишева С.В., www.agr.ru). Например, может использоваться метод 45°. Согласно рисунку силовые линии электромагнитного поля, окружающего кабель или трубопровод, имеют форму концентрических окружностей. Если катушка попадает в поле действия силовых линий, образуемых протекающим по кабелю током, то в ней индуцируется ЭДС. При смещении катушки будет происходить изменение ЭДС. При наклоне поисковой катушки на 45° и в результате ее прохождения под углом 90° к кабельной трассе ЭДС будет иметь минимальное значение. Тот же эффект проявляется, если это измерение производится на другой стороне от трассы. Длины L_1 и L_2 соответствуют глубине залегания кабельной линии. Для этого метода измерения глубины залегания кабеля можно использовать все виды связи и все частоты. При изгибах кабелей, спусках и разветвлениях результаты измерений являются очень сомнительными, поэтому метод 45° не может быть использован в подобной ситуации.



Физические основы метода 45°

Если при измерении глубины оба значения L_1 и L_2 равны, нужно исходить из того, что найденная и отмеченная позиция кабеля очень точна (± 10 см). Если оба значения сильно отличаются друг от друга, кабельная трасса залегает иначе. Это вызывается искажением электромагнитного поля, как показано на рисунке.

Эта ситуация встречается тогда, когда протекающий назад измерительный ток течет рядом с искомым кабелем — например, по экрану или по соседнему кабелю. Улучшение этой ситуации осуществляется посредством выбора другой связи. Имеет смысл, например, пропускать обратный ток не через грунт, а через экран искомого кабеля, что возможно только в методе гальванической связи. А при связи с передающей рамкой можно избежать влияния обратных токов.



Принцип действия системы в условиях искажения электромагнитного поля

Примечание. Фирма SEBA KMT производит кабелеискатели, которые позволяют проводить измерение глубины трассы, не применяя метод 45° , специальная конструкция приборов позволяет проводить измерение глубины нажатием одной кнопки на панели прибора.

Кабелеискатели FM 98XX (фирма SEBA KMT, Германия)

Приборы предназначены для простой и точной локации трасс и определения глубины залегания кабелей и металлических трубопроводов. Универсальность прибора для поиска трассы FM 9800 заключается в наличии двух пассивных и трех активных поисковых частот, использование которых дает точные результаты при локации трасс. Благодаря **трем частотным диапазонам** можно различать энергетические кабели и другие коммуникации. Активный частотный диапазон позволяет пользователю произвести настройку параметров, таких как передающие частоты и выходная мощность, к конкретной ситуации и благодаря этому получать оптимальные результаты локации. При использовании пассивных частотных диапазонов можно обнаружить кабели и металлические трубопроводы без применения генератора, и они идеально подходят для зондирования почвы с целью предотвращения случайных повреждений при земляных работах. Использование всех трех частотных диапазонов дает точные результаты при локации трасс.

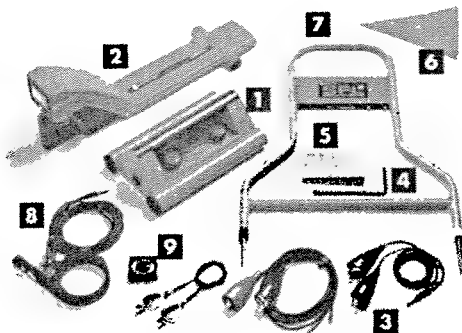
Активный диапазон: 980 Гц, 9,82 кГц, 82 кГц (при помощи поставляемого генератора, подсоединяемого к искомому объекту, можно точно определить местоположение и глубину залегания кабеля или трубы).

Пассивный диапазон: 50/60 Гц (производится локация электромагнитного поля от токопроводящих энергетических кабелей, генератор не требуется).

Пассивный диапазон 14...22 кГц (производится локация электромагнитного поля от токов, вырабатываемых путем излучения от радиопередатчика в кабелях, проложенных под землей. Генератор не требуется).

Комплектация кабелеискателя:

- 1 — генератор, 2 — приемник,
- 3 — соединительный кабель,
- 4 — штырь заземления,
- 5 — металлическая пластина,
- 6 — предупредительный флажок,
- 7 — рама для локации повреждений оболочки кабеля,
- 8 — передающие клещи Metroclamp 42900 (50 мм), Metroclamp 4490 (100 мм), Metroclamp (200 мм),
- 9 — наушники



Особенности прибора

- Запатентованная система определения направления трассы.
- Полностью автоматическая непрерывная регулировка усиления сигнала.
- Измерение тока для точного определения параллельно проложенных трасс и для обнаружения ответвлений.
- Цифровая индикация глубины залегания.
- Наличие двух пассивных и трех активных поисковых частот.
- Автоматическое обнаружение и установка оптимальной поисковой частоты.
- Информация от омметра о подсоединениях.
- Автоматическое, плавное согласование генератора.
- Интеллектуальная система управления генератором и приемником с акустическими и визуальными сигналами оповещения.

Система наведения ведет пользователя над трассой кабеля, при помощи индикации на дисплее горизонтального удаления по отношению к трассе. Одновременно на дисплее выводится информация о напряженности электромагнитного поля.

Трассоискатель FM 9800 позволяет одновременно с глубиной залегания кабеля **определять и ток, проходящий по проводнику**. Обычные трассопоисковые приборы определяют только напряженность электромагнитного поля над проводником. Так как напряженность поля во многом зависит от глубины, то можно получить неправильные результаты при параллельно проходящих кабелях на разной глубине. Измерение тока позволяет различить параллельно проложенные трассы, а также обнаружить ответвление кабелей.

Технические характеристики

Приемники	9860	9890
Частоты	9,82, 82 кГц	0,982, 9, 82, 82 кГц
Пассивная	50/60 Гц, 14...22 кГц	50/60 Гц, 14...22 кГц
Точность измерения глубины	±5%	
Макс. измеряемая глубина	6 м	
Питание батареи типа АА (1,5 В)	6 шт	
Время работы	Больше 30 ч	Больше 30 ч
Размеры	68,6 x 17,8 x 22,9 см	
Вес	2,2 кг	
Генераторы	9860	9890
Передающая частота	9, 82, 82 кГц	0,982, 9,82, 82 кГц
Выходная мощность	3 Вт	3 Вт
Питание	10 батарей, 1,5 В, IEC R20	
Доп. опции	Никель-кадмиевые аккумуляторы	
Время работы	От батарей >70 ч NiCd-аккумуляторы >30 ч	
Размеры	36,2 x 23,5 x 13,3 см	
Диапазон рабочих температур	-20 до +50°C	

***Примечание.** Аналогична рассмотренным по характеристикам и исполнению серия трассопоисковых приборов 9800 XT Американской компании Metrotech.*

Система Seba ARROW

Предназначена для работы как в активном, так и в пассивном режимах поиска трассы. **Приемником** системы ARROW можно отыскивать трассу кабеля, по которой протекают даже незначительные токи, при большой дальности действия и глубине залегания кабеля. **Два пассивных частотных диапазона** позволяют очень просто обнаруживать кабели и металлические трубопроводы без применения генератора, и поэтому отлично подходят для зондирования почвы с целью предотвращения случайных повреждений при земляных работах. В сочетании с генератором системы ARROW можно проводить поиск трассы, используя активную частоту 35 кГц (подробнее см. на www.agr.ru).

Имеется три частотных диапазона:

Р — поиск трассы в диапазоне промышленной частоты 50 Гц (энергетические кабели). При использовании этого метода подразумевается, что по искомой линии проходят «блуждающие токи», а в земле протекают токи заземления частотой 50 Гц, исходящие от большого количества электрических устройств и цепей. При этом они выбирают путь наименьшего сопро-

тивления по любой металлической линии. Образованное от этих токов электромагнитное поле используется для локализации трассы.

RF — поиск трассы в диапазоне сверхдлинных волн (радио). По почве проходят также токи в диапазоне 12...22 кГц, которые исходят от радиопередатчиков. Эти токи также проходят по имеющимся в почве металлическим трассам и могут служить индикатором для ее поиска. Таким образом, можно проводить определение трасс абонентских линий связи.

A — поиск трассы в активном диапазоне. Описанные выше методы локализации называются «пассивными», так как для поиска трассы используются проходящие по трассе собственные и паразитные токи. Однако трубопроводы таким образом найти практически не возможно. В этом случае необходимо использовать передатчик поисковой частоты 35 кГц, который подает в трубопровод ток собственной частоты. Генератор ARROW может подключаться гальваническим методом и индуктивно через передающие клещи или встроенную антенну.

Глубину прохождения трассы можно определить методом 45°. Для этого маркируют положение трассы и устанавливают усиление на среднее значение. Приемник держат в положении под углом 45° и отходят от кабеля пока не исчезнет акустический сигнал. Маркируют это место, и повторяют эту процедуру в другую сторону. Глубина залегания кабеля — половина расстояния между точками, измеренными под углом 45°.

Технические характеристики приемника ARROW

Поисковые частоты	50...60 Гц («Р», энергетические кабели) 12... 60 кГц («RF», Радио) 35 кГц («А», Активная)
Питание	10 шт. батарей типа AA
Время работы	60 часов
Диапазон рабочих температур	от -20 до +50°C
Габаритные размеры	500 x 250 x 70 мм
Вес	2,2 кг

Технические характеристики генератора ARROW

Выходная частота	35 кГц
Выходная мощность	0,5 Вт
Питание	6 шт. элементов типа D/LR 20
Контроль батарей	Автоматический, при включении прибора
Диапазон рабочих температур	От -20 до +50°C
Габаритные размеры	276 x 230 x 156 мм
Вес	2,5 кг

Список литературы

- Абатуров М. Почему замигал люминесцентный светильник // Радио. 1996. №6. С. 38.
- Банников В. В. Да будет свет // Радиоаматор-Электрик. 2000. №2. С. 44.
- Александров И. Звонковая кнопка управляет освещением // Радио. 1990. №4. С. 82.
- Алиев И.И. Электротехнический справочник. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИП Радиософт, 2000. — 384 с.: ил.
- Афанасьев Д.П. МОП-затворы IR2151 фирмы International Rectifier // Радиоаматор-Электрик. 2000. №1. С. 52.
- Балинский Р. «Замедлитель» включения ламп накаливания // Радио. 1998. №6. С. 44.
- Банделюк Н. «Где тонко, там и рвется» или о продлении срока службы автомобильных фар // Радиоаматор-Электрик. 1996. №4. С. 27.
- Банников В. В. Автомат защиты ламп от перегорания на реле и тринисторе // Радио. 1996. №12. С. 35.
- Банников В. В. Защита электроосветительных приборов // Радио. 1990. №12. С. 53.
- Банников В. В. Звонок-включатель освещения // Радио. 1994. №8. С. 22.
- Банников В. В. Как включить лампу дневного света // Радио. 1996. №6. С. 39.
- Банников В. В. Простая приставка для защиты ламп фар // Радиоаматор-Электрик. 1996. №4. С. 50.
- Банников В. В. Расчет термoeлектрических параметров ламп накаливания // Радиолюбитель. 1999. №4. С. 15.
- Банников В. В. Светорегулятор со ступенчатым регулированием // Радио. 1998. №9. С. 42.
- Баран А.Н., Ворона Г.Ю. Электричество в доме и на даче. — Минск: Эзайда, 2000. — 224 с.: ил.
- Барановский А.М., Дробницкая Н.А. Книга домашнего умельца. — 2-е изд., перераб. и доп. — Киев.: Техника, 1989. — 367 с.: ил.
- Барняк Е. М. Вечная лампа // Радиоаматор-Электрик. 2000. №6. С. 20.
- Белинский П.Н. Устройство для плавного включения ламп накаливания // Радиоаматор-Электрик. 2001. №12. С. 21.
- По следам наших публикаций. «Чтобы лампа стала «вечной» // Радио. 1988. №7. С. 51.
- Белов Н.В. Моя профессия электрик. — Минск: Современный литератор, 2000. — 192 с.
- Бжевицкий Л. Светорегулятор с выдержкой времени // Радио. 1989. №10. С. 76.
- Бирюков С. Автомат управления освещением // Радио. 1998. №3. С. 44.
- Богданов С.В. Умный дом. — СПб.: Наука и Техника, 2003. 112 с.: ил.
- Бордаков С. Питание от нестабильной сети // Радиолюбитель. 1999. №12. С. 23.
- Боровик И. Автоматический осветитель // Радио. 1984. №11. С. 22.
- Боровский В., Партала О. Сб использованных люминесцентных ламп с перегоревшими нитями накала // Радиоаматор-Электрик. 1993. №1. С. 36.
- Бородай Ю. Дневное от аккумулятора // Радиоаматор-Электрик. 2000. №4. С. 54.
- Бородатый Ю. Вечная лампочка // Радиоаматор-Электрик. 2000. №6. С. 20.
- Бородатый Ю. Так проще // Радиоаматор-Электрик. 2000. №11. С. 25.
- Бредихин А.Н., Хачатрян С.С. Справочник молодого электромонтажника распределительных устройств и подстанций. — М.: Высшая школа, 1989. — 160 с.: ил.
- Буданцев А. Два варианта включения лампы дневного света // Радио. 1998. №10. С. 78.
- Бухаченко А. М. Еще раз о питании ламп дневного света // Радиоаматор-Электрик. 2000. №11. С. 24.
- Виноградов Ю. Автомат «вечерний свет» // Радио. 1994. №11. С. 29.
- Юшин А. М. Справочник. Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги, том 3. — М.: Радиософт, 2000.
- Власюк, Н. П. О галогенных лампах накаливания // Радиоаматор-Электрик. 2001. №1. С. 12.
- Вугман С. М., Киселева Н. П., Литвинов В. С. О работе лампы накаливания в схеме однопериодного выпрямления // Светотехника. 1988. №4. С. 8.
- Вуданцев А. Два варианта включения лампы дневного света // Радио. 1998. №10.
- Вяхирев Б., Духовеский М. Терморезистор-ограничитель пускового тока лампы накаливания // Радио. 1996. №1. С. 58.
- Гагена К. Г. Деяки думки щодо роботи люмінесцентних світильників // Радиоаматор-Электрик. 2000. №9. С. 7.
- Герасименко К. Регулятор освещенности // Радиоаматор-Электрик. 2000. №5. С. 27.
- Горейко М. Парашют для «Саркофага» // Наука и фантастика. 1997. №5. С. 14.
- Горейко Н. П. Включение ТОО в сеть с меняющимся напряжением // Физика в школе. 1982. №3. С. 47.
- Горейко Н. П. Еще раз об увеличении срока службы проекционных ламп // Школа и производство. 1984. №1. С. 25.
- Горейко Н. П. Спасаем лампу накаливания // Радиоаматор-Электрик. 2000. №8. С. 24.
- Гранкин Ю. Управление лострой по двум проводам // Радио. 1984. №1. С. 53.
- Григорьев И. Переменный ток — благо или зло? // Радиолюбитель. 1994. №4. С. 30.
- Гурьев Д. С. Справочник по ионным приборам. — Киев.: Техніка, 1970.
- Гусев В.И., Ставрулов Г.М. Электромонтажные работы. — М.: Просвещение, 1986. — 208 с.: ил.
- Данилов В. Сборник «В помощь радиолюбителю». Вып. 114. — М.
- Демидов Н. Сантехника. электрика, отопление. — Ростов-на-Дону.: Феникс. 1999. — 320 с.: ил.
- Довженко С. А. В который раз о лампочке накаливания // Радиоаматор-Электрик. 2000. №10. С. 25.
- Довженко С. А. Вернемся к лампочке // Радиоаматор-Электрик. 2000. №11. С. 26.
- Дубовой С. Л. «Вечная» лампа для фотофонаря // Радиоаматор-Электрик. 2000. №11. С. 25.
- Дубовой С. Л. Продление срока службы ламп накаливания // Радиоаматор-Электрик. 2000. №4. С. 55.
- Ерлыкин Л. А. Практические советы радиолюбителю. — М.: Воениздат МО СССР, 1974.
- Есереженков Ж. Способ реанимации ламп дневного света // Радио. 1998. №2. С. 61.
- Жариков В. Г. Аспирин? — нет, еще проще... // Радиоаматор-Электрик. 2000. №11. С. 21.
- Каевых А. Питание лампы дневного света постоянным током // Радио. 1997. №5. С. 36.
- Каминский Е. А. Квартирная электропроводка и как с ней обращаться. — 6-е изд. — М.: Энергосатоиздат, 1984. 208 с.: ил.
- Каминский Е. А. Квартирная электропроводка и как с ней обращаться. — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергосатоиздат 1991 — 256 с.: ил.
- Карташев Е. Акустический ночник // Радио. 1984. №1. С. 53.
- Карташев Е. Акустический ночник // Радио. 1983. №11. С. 50.
- Касаткин А.С. Основы электротехники. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1982 — 288 с.: ил.
- Качиков А. Автомат управления освещением // Радио. 1990. №11. С. 62.
- Кисаримов Р.А. Справочник электрика. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ИП Радиософт, 2001. — 512 с.: ил.
- Кисаримов Р.А. Справочник электрика — М.: ИП Радиософт. 1999. — 320 с.: ил.

69. Коваль О. Н. Индикатор состояния удаленного осветителя // Радиоаматор-Электрик. 2000. №8. С. 26.
70. Колесник Е. С. А есть ли экономия? (о питании осветительных ламп через диод) // Радиоаматор-Электрик. 2000. №12. С. 25.
71. Колесник Е. С. Устройство заряда-разряда аккумуляторов // Радиоаматор-Электрик. 2000. №4. С. 44.
72. Коломойцев К.В. Долгоживущая лампа накаливания // Радиоаматор-Электрик, 2002. №2. С. 9.
73. Коломойцев К. Лампа накаливания служит дольше // Радио. 1993. №9. С. 32.
74. Коломойцев К. Питание лампы дневного света постоянным током // Радио. 1998. №12. С. 45.
75. Коломойцев К. В. Доработка регулятора мощности настольного светильника // Радиоаматор-Электрик. 2000. №1. С. 55.
76. Коломойцев К. В. Экономная люстра // Радиоаматор-Электрик. 2000. №10. С. 24.
77. Кузнецов С. Автомат-ограничитель включения света // Радиос. 1988. №3. С. 48.
78. Кумин В.Д., Воробьев Б.Л. Электричество на участке и в доме. — М.: Изд. Дом МСП, 2002. — 176 с. ил.
79. Левадный В.С. Электрооснащение дома и участка. — М.: Аделант, 2000. — 192 с. ил.
80. Лемке В. Автомат управляет освещением // Радио. 1986. №12. С. 36.
81. Леонтьев А., Лукаш С. Регулятор напряжения с фазоимпульсным управлением // Радиос. 1992. №9. С. 43.
82. Маруфенко В. А. О питании ламп дневного света // Радиолюбитель. 1998. №3. С. 44.
83. Медведев А. Автомат-выключатель освещения // Радио. 1980. №9. С. 38.
84. Назаров В.И. Электропроводка. — М.: ЗАО «АСТВ», 2000. — 256 с.
85. Нечаев И. Автомат-эконом электроэнергии // Радио. 1995. №12. С. 46.
86. Нечаев И. Автомат управления освещением // Радио. 1989. №2. С. 63.
87. Нечаев И. Автомат управляет освещением // Радио. 1996. №5. С. 48.
88. Нечаев И. Автомат-эконом электроэнергии // Радио. 1995. №12. С. 48.
89. Нечаев И. Регулируем яркость светильника // Радио. 1992. №1. С. 22.
90. Никитенко О. В. Две схемы для лампы накаливания // Радиоаматор-Электрик. 2000. №4. С. 52.
91. Никитенко О. В. Реле времени для электрической лампы // Радиоаматор-Электрик. 2000. №4. С. 53.
92. Никитин В. Как продлить «жизнь» лампы накаливания // Радио. 1988. №4. С. 38.
93. Никифоров А. Электрика в вашем доме. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. — 128 с.
94. Николаев П. Новая режиссура света // Идеи вашего дома. 2000. №10.
95. Новиков А. Автомат защиты ламп от перегорания на симисторе // Радиос. 1996. №12. С. 36.
96. Окульский И. Управление люстрой по двум проводам // Радиос. 1987. №8. С. 52.
97. Паламаренко С.И. Люминесцентные лампы и их характеристики // Радиоаматор-Электрик. 2001. №1. С. 8. С. 25.
98. Палько Л.Л. Домашняя электрика. — М.: ВЕЧЕ, 2001. — 176 с.
99. Перкратьев Д. Плавное зажигание лампы накаливания // Радио. 1997. №9. С. 42.
100. Панчиков В. Чтобы лампа стала «вечной» // Радио. 1986. №2. С. 50.
101. Першиков В. Чтобы лампа стала «вечной» // Радио. 1986. №7. С. 51.
102. Пруггер А. Управление лампами люстры по двум проводам // Радио. 1994. №11. С. 32.
103. Рашитов О. Г. Еще раз об использовании ламп дневного света с перегоревшими нитями накала // Радиоаматор-Электрик. 2000. №9. С. 20.
104. Рашитов О. Г. Экономим электролампочки // Радиоаматор-Электрик. 2001. №7. С. 24.
105. Рыжковский Б. Автоматическое резервирование сигнальных ламп // Радио. 1989. №3. С. 72.
106. Сасия Р. Управление люстрой по двум проводам // Радио. 1986. №1. С. 55.
107. Сатаев А. Акустический автомат // Радио. 1998. №9. С. 45.
108. Сидоров И.Н. Электроника дома и в саду. — М.: ИП Радиософт, 2001. — 144 с.: ил.
109. Тарнижевский М. В., Афанасьева Е. И. Экономия энергии в электроустановках предприятий жилищно-коммунального хозяйства. — М.: Стройиздат. 1989.
110. Титаренко Ю. Что экономим... // Радиоаматор-Электрик. 2000. №3. С. 44.
111. Устименко Автомат включения освещения // Радио. 1977. №12. С. 55.
112. Фадеев М. Управление люстрой по двум проводам // Радио. 1985. №1. С. 52.
113. Фишер Э., Гетланд Х.Б. Электроника — от теории к практике. — М.: Энергия, 1980.
114. Франк М. «Мягкая» нагрузка в электросети // Радио. 1988. №10. С. 61.
115. Халоян А.А. Радиолюбительские хитрости. — М.: ИП Радиософт, 2001. — 240 с.: ил.
116. Ховайко О. Восстановление люминесцентных ламп // Радио. 1997. №7. С. 37.
117. Чулохин В., Ясинов Г. Автоматическое резервирование сигнальных ламп // Радио. 1986. №3. С. 29.
118. Чумаковы. Плавное зажигание лампы накаливания // Радио. 1988. №7. С. 51.
119. Эникеев Л. Детектор скрытой проводки // Радиоаматор-Электрик. 2001. №11. С. 21.
120. Ярмак И. Усовершенствование люминесцентного светильника // Радио. 1993. №2. С. 37.
121. Бжевский Л. Светорегулятор с выдержкой времени // Радио. 1989. №10. С. 76.
122. Домашний электрик. — Ростов-на-Дону: Проф-Пресс, 2000. — 160 с.: ил.
123. Рекомендации по применению, монтажу и эксплуатации электроустановок зданий при применении устройств защитного отключения. — М.: НМЦ ПЭУ МЭИ, 2000. — 160 с.: ил.
124. Справочник. Микросхемы для телефонов и средств связи. — М.: Додэка, 1998. — 400 с.
125. Учебно-справочное пособие «УЗО» — М.: Энергосервис, 2003. — 232 с.
126. Журналы: Радиос. — М. Радиоаматор. — К. Радиолюбитель. — Мн. Радиолюбитель. — К
127. <http://electrowall.narod.ru/>
128. <http://lavr30.narod.ru/>
129. <http://www.electro.ru/>
130. <http://www.lampa28.ru>
131. <http://www.lamps.ru/>
132. <http://www.radioman.ru/>
133. <http://www.osveti.ru/>
134. <http://www.sibes.ru/>
135. <http://www.svetotechnika.ru/>
136. <http://www.vekra.ru/>
137. <http://www.batteryteam.ru/>
138. <http://www.batteryteam.ru/>
139. <http://www.mzsp.ru/>
140. <http://www.batteryteam.ru/>
141. <http://www.uzo.ru/>



ISBN: 5-94387-198-5
 Формат: 60x88/16
 Объем: 224 с.: ил.
 Тираж: 3000



ISBN: 5-94387-159-4
 Формат: 60x88/16
 Объем: 272 с.: ил.
 Тираж: 5000



ISBN: 5-94387-145-4
 Формат: 60x88/16
 Объем: 192 с.: ил.
 Тираж: 5000

Издательство «Наука и Техника» представляет книги для домашних электриков

Настольная книга домашнего электрика

Люминесцентные лампы

Приведена расшифровка системы обозначения ЛЛ, основные технические характеристики и параметры, рекомендации по выбору и применению, таблицы аналогов. Сведения, приведенные во второй главе, помогут грамотно спроектировать и изготовить своими руками ЭПРА. Радиолюбители и все те, кто захочет лично создать электронный балласт, найдут здесь практические конструкции, рисунки печатных плат, информацию по элементной базе.

Краткий справочник домашнего электрика

Эта книга поможет домашнему мастеру поддерживать в полной исправности электросеть своего дома, дачи или квартиры. Книга также будет полезна опытным мастерам, позволяя систематизировать свои знания и навыки. Приводится много интересных примеров, полезных советов, важных предупреждений, рисунков и таблиц. Книга предназначена для широкого круга читателей.

Освещение квартиры и дома

Книга поможет выбрать светильник, правильно осветить ваш дом или квартиру, добавить комфорта в использование освещения, расширить возможности светильников, добиться экономного расхода электроэнергии, продлить жизнь электролампам. Особое внимание уделено полезным в быту радиолюбительским схемам. Читатель познакомится и с освещением "Умного дома".



www.nit.com.ru

Россия: С.-Петербург, пр. Обуховской обороны, 107,
 для писем: 192029 Санкт-Петербург а/я 44
 (812)-567-70-25, 567-70-26, E-mail: nit@mail.wplus.net

Украина: 02166, Киев-166, ул. Курчатова, 9/21,
 (044)-516-38-66, E-mail: nits@voliacable.com